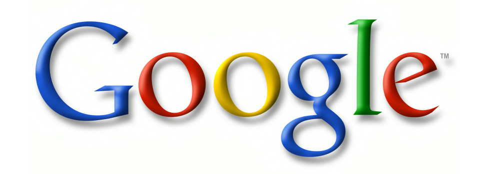
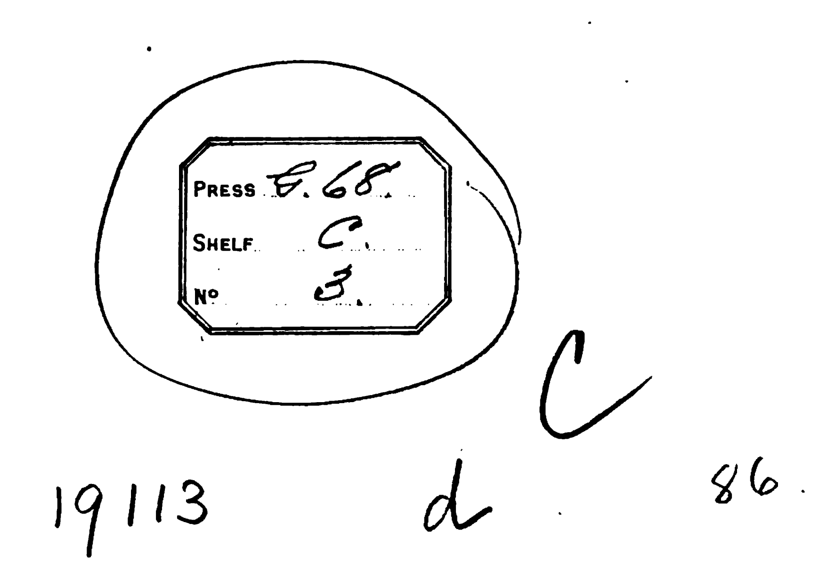
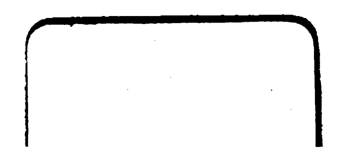







PRESS 6.68
SHELF C
No 3



Illustrirtes Pflanzenleben.

Gemeinverständliche Originalabhandlungen

über die

interessantesten und wichtigsten Fragen der Pflanzenkunde

nach zuverlässigen Arbeiten der neueren wissenschaftlichen Forschungen

mit zahlreichen Original-Illustrationen.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Dodel-Port,

a. o. Professor der Botanik an der Universität Zürich,
Herausgeber des „Anatomisch-physiologischen Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen",
Ehren-Mitglied der Royal Microscopical Society of London etc.

Mit 10 Tafeln als Extra-Beilagen und 122 in den Text gedruckten, theils phototypirten, theils xylographirten Figuren, zusammen mit 433 Detail-Abbildungen.

Zürich.
Verlag von Caesar Schmidt.
1883.

Recensionen

über das

Illustrirte Pflanzenleben von Dr. A. Dobel-Port.

(Verlag von Caesar Schmidt in Zürich 1879/1883).

„Züricherische Freitagszeitung" Nr. 17, 23. April 1880. Wir rechnen es Herrn Cäsar Schmidt hoch an, daß er den Verlag von Herrn Dr. Dobel-Ports Illustrirtem Pflanzenleben nicht nur übernahm, sondern auch dem Werke eine Ausstattung gab, welche der Inhalt verdient. Es sind da gemeinverständliche Originalabhandlungen über die interessantesten und wichtigsten Fragen der Pflanzenkunde geboten mit zahlreichen Illustrationen, für welche vornehmlich die Kunst der Herren Benziger in Einsiedeln in ganz vortrefflicher Weise mitwirkte. Man kennt aus früheren Schriften die lebhafte und interessante Schreibweise Dr. Dobels, und in seinem „anatomisch-physiologischen Atlas der Botanik", dessen Forterscheinen jetzt gesichert ist, bewährte er auch, daß er tief in den Ernst der Wissenschaft eingedrungen ist. In diesem „Illustrirten Pflanzenleben" vereinigt er Beides, das Talent der geistigen Anregung und das der tieferen Belehrung. In den ersten zwei Heften macht er den Anfang mit jenen beiden pflanzlichen Gattungen, welche in der neuesten Zeit das größte Interesse erregten, nämlich mit den Pilzen des Typhus und des Milzbrandes und mit den fleischfressenden Pflanzen. Wie der Atlas, so haben auch bereits diese Abhandlungen über das Pflanzenleben im Ausland die günstigste Beurtheilung gefunden

„Pädagogischer Beobachter". Zürich, Nr. 17, vom 23. April 1880. Die Absicht des Verfassers geht dahin, einen großen Theil dessen, was in dem „Anatomisch-physiologischen Atlas der Botanik". fast nur den akademischen Kreisen und den Lehrern der Naturwissenschaften an Mittelschulen zugänglich gemacht wurde, nun auch weitern Kreisen zu bieten. — Der Druck und die Bilder sind gut, — überhaupt die Ausstattung lobenswerth. Freunden der Natur — insbesondere unter der Lehrerschaft — sei die schöne Arbeit des unermüdlich thätigen Forschers auf's Beste empfohlen.

„Illustr. Zeitung." Leipzig Nr. 1939, 28. August 1880. Der Gedanke, ein „Illustrirtes Pflanzenleben" zu schaffen, ist vielleicht durch den außerordentlichen Erfolg angeregt worden, welchen in ganz verdienter Weise das in anderem Verlage erschienene Werk „Brehm's Illustrirtes Thierleben" erzielt hat. Warum soll nicht auch auf botanischem Gebiet gleiches Interesse bei der gebildeten Welt vorgefunden werden wie auf dem zoologischen? In der That wird durch gleichzeitige Lebendigkeit, naturgemäße Darstellung und durch künstlerische Auffassung in der Illustration gewiß beim besseren Theil des Publikums auch ein Werk Sympathie erziehen, welches die wichtigsten Fragen der Pflanzenkunde gemeinverständlich behandelt. Denn der Sinn für dergleichen Darlegungen ist vorhanden. Fragen wir nun weiter, ob nach den uns vorliegenden ersten Lieferungen der Aufgabe entsprochen wird, so können wir bei dem naheliegenden Vergleich mit jenem Brehm'schen Werk zugestehen, daß mit rechtem Verständniß gerade die interessantesten Gegenstände der Neuzeit hier zur Sprache gebracht und anziehend und klar besprochen worden sind.

„Kosmos" Juni-Heft 1880 pag. 248. Man muß nach dem Titel nicht etwa erwarten, daß hier ein Seitenstück zu Brehm's „Illustr. Thierleben" eröffnet wird, der Verf. will vielmehr, wie er im Prospekt sagt, darin die interessantesten Tagesfragen der wissenschaftl. Botanik in anschaulicher, leicht verständlicher Sprache und in einer Weise, die dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft entspricht behandeln.

Darnach ist der Stoff journalartig in bunter Reihe angeordnet und auf zwei Artikel über niedere Pilze, Miasmen und Contagien folgt ein solcher über fleischfressende Pflanzen — sehr anziehende Themata, die mit einer gründlichen Kenntniß behandelt und reich durch ausgezeichnete Abbildungen, theils in Steindruck, theils in Holzschnitt und Lichtdruck illustrirt sind. Wir zweifeln nicht, daß diese Schilderungen vielen Lesern Freude machen werden.

„Züricher Post" Nr. 304 vom 28. Dezbr. 1881. Vom Büchertisch. Schweifen wir vom belletristischen Pfade ab, um auf ein naturwissenschaftliches Werk aufmerksam zu machen, dessen 1. Halbband vor wenigen Tagen in der Verlagshandlung (Cäsar Schmidt in Zürich) ausgegeben wurde. Das Illustrirte Pflanzenleben, gemeinverständl. Originalabhandlungen über die wichtigsten Fragen der Pflanzenkunde von Prof. Dr. Arnold Dobel-Port. Die neuesten wissenschaftlichen Forschungen der Botanik sind hier in frischer, mitunter auch kecker, durchweg aber ungemein fesselnder Weise verwerthet. Mit fachmännischem Wissen verbindet sich hier eine Begeisterung, welche auch denjenigen zu gewinnen weiß, der sich sonst von diesem Gebiet nicht angezogen fühlt. Die zahlreichen vom Verfasser ausgeführten Illustrationen zeichnen sich durch Genauigkeit aus.

„Hannoverscher Courier" Nr. 10330, vom 15. Mai 1880. Der Verfasser, schon bekannt durch sein großes Werk: „Anatomisch-physiologischer Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen"

— giebt hier ein Buch über die wichtigsten und interessantesten Fragen der Pflanzenkunde nach den neuesten und zuverlässigsten Forschungen, das höchst interessant zu werden verspricht. Das Werk wird in Serien von 10 Lieferungen erscheinen. Das erste Heft behandelt in gemeinverständlicher Weise die niederen Pilze, die Ansteckungs- und Fäulnißpilze (Pilze des Rückfall-Typhus, Milzbrand-Pilze ꝛc.). Erläuternde Kupfertafeln sind beigegeben. Das zweite Capitel handelt von den „Contagien und Miasmen", ein drittes Thema bilden die fleischfressenden Pflanzen, dem allein 21 Originalzeichnungen gewidmet sind. Das Werk verdient die Aufmerksamkeit der gebildeten Kreise.

„Allgemeine medicinische Zeitung". Nr. 19, Wien 11. Mai 1880. Der Verf. hat sich der lohnenden Aufgabe unterzogen, eine Reihe gemeinverständlicher Original-Abhandlungen über die interessantesten und wichtigsten Fragen der Pflanzenkunde, auf Basis der neuesten wissenschaftlichen Forschung abgefaßt, zu ediren und ließ dieses in periodischen Lieferungen erscheinende Werk mit zahlreichen Original-Illustrationen versehen. Dergestalt sind es nicht nur die Gelehrten-Kreise, in welchen er sein Leserpublikum sucht, sondern die aller Gebildeten überhaupt. Da die Sprache eine fließende, stellenweise poetische ist, so hat Jedermann in diesem Werke eine Unterhaltungs-Lektüre vor sich, die sich von Katheder-Weisheit möglichst fernhält, gleichwohl aber reiche Belehrung bietet.

Für uns Aerzte ist das Werk von überaus hohem Interesse, welchen Ausspruch wir sofort durch eine kleine Inhaltsangabe des in den ersten zwei Abhandlungen Gebotenen rechtfertigen wollen.

Der erste Aufsatz des „Illustrirten Pflanzenlebens" behandelt „die niedern Pilze" in gemeinverständlicher Form, die typischen Gestalten der Spaltpilze, ihre Morphologie und Physiologie und ihr Vorkommen. Beigegeben sind 2 lithogr. Tafeln, Copien der vielen unserer Leser bekannten Tafeln über „Schizomycetes" und „Bacterium Anthracis" aus dem „Anatomisch-physiol. Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen" desselben Verfassers, dessen wir im Vorjahre in unserem Blatte rühmend gedachten.

Der zweite Aufsatz behandelt die „Contagien und Miasmen", d. h. die sicher ermittelten und besterforschten Infectionspilze mit einer Beleuchtung der Nägeli'schen Lehre. — Beide Aufsätze werden unter Aerzten und Laien, die den citirten Atlas der Botanik nicht kennen (und auch bei solchen) andächtige Leser finden.

Der dritte Aufsatz behandelt die „Fleischfressenden Pflanzen", die Verfasser während der letzten fünf Jahre zum großen Theile persönlich kennen lernte und nun in zahlreichen (21 Clichés) Illustrationen zur allgemeinen Anschauung bringt. Dieser Aufsatz wird aber erst in der dritten Lieferung beendet werden.

Fügen wir hinzu, daß Dr. Dodel-Port sich eines so vorzüglichen Rufes erfreut, daß die Mittheilung seiner Forschungs-Resultate und seine sonstigen Erörterungen als Ausspruch einer Autorität in diesem Spezialfache gelten; erwähnen wir schließlich, daß das Werk trotz der prächtigen Ausstattung (Herstellung einzelner Clichés auf photographischem Wege) überaus billig zu stehen kommt (eine Serie enthält 10 Lieferungen à 1 Mark), so glauben wir mit vollem Rechte obigen Ausspruch gethan zu haben und knüpfen hieran die Hoffnung, daß ein so ersprießliches, wissenschaftliches Unternehmen auch in den Kreisen unserer Collegen thunlichst gefördert werden wird. Dr. Emanuel Frank.

„NATURE." London. The two first parts of a new botanical work by Dr. Dodel-Port, of Zürich, have just been published by Herrn Caesar Schmidt of that city. The title of the work is „Illustrirtes Pflanzenleben" and it promises to become one of unusual interest. In part I the lower fungi are described in a popular manner. The author undertakes to popularise the results hitherto attained in our knowledge of putrefaction- and contagion-fungi. He describes their forms, their size, and their manner of propagation; introduces the reader to their mode of life, and points out the danger arising to the human race from these minute organisms. The description is accompanied by two excellent plates, in one of which we recognise a reproduction on a small scale of a plate from the same author's famous „Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen." Another chapter treats of miasma and contagions, and gives a complete account of the present state of our knowledge of infection-fungi. Part 2 is devoted to carnivorous plants, and is even more generally interesting perhaps than the first. The work is profusely illustrated with the author's original drawings. Altogether it is sure to form a very welcome and valuable addition to botanical literature. (Nr. 552. May 1880.)

„Freidenker" Milwaukee Nr. 408, vom 27. Juni 1880. Dieses neueste Werk unseres Züricher Freundes und geschätzten Mitarbeiters verdient die rückhaltloseste Empfehlung für jede Familie, Schule und Bibliothek. Es wird ein Seitenstück zu Brehm's berühmtem „Thierleben", das in allen Weltgegenden Verbreitung und begeisterte Leser gefunden hat.

Die vom Verfasser selbst nach der Natur aufgenommenen Illustrationen sind trefflich lithographirt und photographirt, und da sie die interessantesten Gegenstände und Vorgänge im Pflanzenreich darstellen, der Autor aber im Text eine frische Auffassung, sowie lebendige Liebe zur Sache und das Bestreben kund giebt, mit der Forschung stets Schritt zu halten, so wird das Werk hoffentlich dem jungen Forscher, der sich seit zehn Jahren gegen die Reaction wehren und mit materiellen Hindernissen kämpfen mußte, endlich auch ein greifbares Resultat liefern. Bis jetzt sind zwei Lieferungen erschienen. Die I. Lief. enthält: „Pilze des Rückfall-Typhus und Milzbrandes. Fleischfressende Pflanzen." Die II. Lief. enthält: „Fleischfressende Pflanzen" (Fortsetzung). Zusammen 3 Tafeln und ca. 20 Holzschnitte.

Winterth. **„Landbote"** Nr. 229, vom 25. Septbr. 1880. Nach längerem Unterbruche, der Viele einen Abbruch befürchten ließ, ist das 3. Heft von Professor Dodel-Ports „Illustrirtem Pflanzenleben" erschienen. Auf die insektenfressenden Pflanzen schildert er nun das Leben der unter'm Wasser sich entwickelnden Algen. Herr Dodel erwirbt sich durch sein Buch das Verdienst, auf die unterhaltendste Weise auch die Laien in ein Gebiet der Natur eingeführt und für dasselbe interessirt zu haben, welches für die gelehrten Botaniker die Grundlage ihrer Wissenschaft ist, während allerdings die Menge bisher mehr an der eleganten Form, der bunten Farbenpracht, dem Wohlgeruche, der Eßbarkeit und etwa noch der Heilkraft der Pflanzen Interesse hatte. Von demselben Herrn Professor Dodel ist eine neue Lieferung seines prachtvollen botanischen Atlas unter der Presse und wird demnächst erscheinen.

„**Oesterreichische botanische Zeitschrift**" Juli 1880. Bis jetzt sind zwei sehr hübsch ausgestattete Hefte davon erschienen. Der gediegene, durch seinen „Anatomisch-physiologischen Atlas der Botanik" sowie durch seine übrigen Werke in weiten Kreisen als tüchtiger Gelehrte bekannte Verfasser behandelt in diesem Buche die interessantesten Tagesfragen der wissenschaftlichen Botanik in einer Weise, die einerseits, den wissenschaftlichen Anforderungen vollkommen gerecht wird, und andererseits durch die gewandte, plastische, leicht verständliche Sprache den vom Verfasser angestrebten Zweck erfüllen dürfte, welchem er selbst in seinem „Prospect zugleich Vorwort" Ausdruck giebt: „Es darf Niemanden langweilen, auch nicht ermüden; es soll Allen Belehrung bringen, die in freien Stunden nach ihm greifen. Es verfolgt den Zweck, nicht allein das empirische Natur-Erkennen zu verallgemeinern, sondern auch einer Gemüthsleere entgegen zu arbeiten, einer Ebbe an idealem Denken und Empfinden zu begegnen, wie sie sich in unserem Zeitalter des Ueberganges von der einen in die andere Weltanschauung geltend zu machen sucht". Das erste Heft enthält „die niederen Pilze", „Contagien und Miasmen" — zwei Capitel, welche durch die neuesten, so tief in den menschlichen Haushalt eingreifenden Forschungen das allgemeinste Interesse beanspruchen, — ferner die „fleischfressenden Pflanzen", von welchen auch das zweite Heft handelt. Außer einigen beigegebenen lithographischen Tafeln sind im Texte noch zahlreiche gute Holzschnitte eingefügt, welche sämmtlich nach Originalzeichnungen des Verfassers angefertigt wurden. Wenn es erlaubt ist, aus dem Gebotenen auf das ganze Werk zu schließen, so ist zu erwarten, daß demselben die beste Aufnahme von Seite des wißbegierigen Publikums gesichert ist. Hk.

„**Schweizerisches Schularchiv**" in Zürich. pag. 148—149. Die Lehrerschaft kennt den Atlas der Botanik von dem gleichen Verfasser wohl schon längst und hat dies Werk namentlich seiner vorzüglichen Ausstattung wegen freudig begrüßt. Nicht weniger gut dürfte das vorliegende Project aufgenommen werden, das sich zum Ziele setzt, die im Atlas gewonnenen Resultate in populärer Darstellung weiteren Kreisen zugänglich zu machen, und namentlich die wichtigsten und interessantesten Gebiete der neueren Pflanzenkunde zu behandeln. Das Werk erscheint vorläufig in 10 Lieferungen à Fr. 1.25. Wir entnehmen den ersten beiden schon erschienenen Lieferungen einige Abbildungen, um an Hand derselben — es sind Originalzeichnungen — die Vorzüglichkeit der technischen Ausführung nachzuweisen.

„**Landbote**" Nr. 305, 24. Decbr. 1881. Wir wüßten kaum ein anderes Buch zu nennen, das den Leser so leicht und angenehm und ohne ihm den Ballast systematischer Gelehrsamkeit zuzumuthen, in die Geheimnisse der Pflanzenwelt und die neuesten Forschungen über dieselbe einführen könnte. Die zahlreichen, ganz vorzüglichen, in mancher Beziehung jedenfalls nicht übertroffenen Zeichnungen und ein klar, lebendig und geistreich hinfließender Text heben und ergänzen sich aufs Beste. Dabei ist der Preis des Werkes ungemein billig gestellt. Das Heft von 3—4 Druckbogen in Groß-Oktav zu 1 Mark. Die fünf ersten Hefte bilden einen stattlichen Band. Das Werk eignet sich namentlich für die reifere Jugend als gediegenes Festgeschenk.

„**Blätter für Realschulwesen**" von Dr. Kurz. Augsburg 1882. Es darf gewiß als ein verdienstvolles Unternehmen bezeichnet werden, wenn dem Thierleben von Brehm ein Pflanzenleben zur Seite gestellt wird. Freilich hat hier der Verfasser mit ungleich größeren Schwierigkeiten zu kämpfen; von allem Anderen abgesehen ist es die Sprödigkeit des Materials, welche Zeile für Zeile, die Gefahr „trocken" zu werden sehr nahe legt. Gerade in dieser Beziehung aber hat es Dodel-Port verstanden, mit Geist und Witz Leben in die Pflanzenwelt zu hauchen, so daß wir mit dem wärmsten Interesse seinen Schilderungen folgen. Ein zu strenger Kritikus würde vielleicht sogar Anstoß an dem oft etwas burschikosen Ton nehmen, der bildlich in der Tafel III. mit dem Frosch der linken Eckseite und textlich in dem Kapitel „fleischfressende Pflanzen" zum Ausdruck kommt: Bismarck, Socialdemokraten, Polizei und Staatsanwalt müssen herhalten, um das Leben der Pflanzen zu versinnbildlichen. Wie aber schon gesagt, wer mit Lust und Liebe die Natur studieren will, der darf daran nicht Anstoß nehmen und vielmehr dankbar die reiche Belehrung hinnehmen, die selbst der Fachmann noch aus obiger Pflanzenbiologie ziehen kann. Darum alle Anerkennung einem Manne, der die Zeit und das Zeug in sich gefunden, die Resultate der forschenden Wissenschaft in so packender Form zu verarbeiten und zu popularisieren.

Memmingen. Vogel.

„**Die Natur.**" Organ des „Deutschen Humboldt-Vereines" Nr. 29, 15. Juli 1880. Der Verfasser geht an seine Aufgabe mit der vollen Begeisterung der Jugend, die, wenn sie auch im Ausdrucke nicht selten den Becher zum Ueberlaufen bringt, doch sich der Reinheit ihrer Absichten bewußt ist. Die Gemüther sind so mannigfacher Art, daß jeder sein Publikum findet und eine Rembrandt'sche Manier nicht schaden kann; zumal gegenüber einer Zeit, die trotz ihrer Bildung doch noch für Manches recht unsanft aus dem Schlafe gerüttelt werden muß. Der Verfasser hat dazu nun um so mehr Gelegenheit, als ihn die sogenannten niederen Pilze, die „Contagien und Miasmen" vielfach mit einem Mittelalter in Verbindung bringen, das in seiner „supranaturalistischen Seuchentheorie" noch heute wie ehemals recht lustig wuchert. Da sind kampfbereite Naturen ganz an ihrer Stelle. Die von dem Verf. für die ersten Lieferungen gewählten Tagesfragen bieten aber nicht nur in weltanschauender wissenschaftlicher Beziehung des Sensationellen so viel, daß er wahrscheinlich recht viele Leser schon durch diese glückliche Wahl finden dürfte. Verf. ist eben kein gewöhnlicher Kompilator, sondern ein Mann, der sich die Natur selbst betrachtet, wie das seine eigenen mikroskopischen Zeichnungen genugsam darthun. Dieses sowohl, als auch das Sachliche, von dem Jemand ausgeht, bildet den neutralen Boden für alle Parteien, und da der Verf. in seinem humanen Liberalismus selber Partei ergreift für Unterdrückte, wie z. B. für die Juden (vgl. S. 23 u. f.) so wird er ohne Zweifel in unserer Besprechung nichts weiter sehen, als die Verwahrung unserer eigenen Ansichten, mit denen wir ihm doch freundlich gesinnt bleiben und ihm den besten Erfolg wünschen.

Dr. Karl Müller in Halle.

„Züricherische Freitagszeitung“ Nr. 44, vom 3. Novbr. 1882. Auch das nach ganz anderem Plane und ganz anderer Richtung angelegte Werk von Dr. Dodel-Port „Illustrirtes Pflanzenleben, gemeinverständliche Originalabhandlungen über die interessantesten und wichtigsten Fragen der Pflanzenkunde, nach zuverlässigen Arbeiten der neueren wissenschaftlichen Forschungen, mit zahlreichen Original-Illustrationen“ im Verlage von Cäsar Schmidt, schreitet fort; mit 6./7. Lieferung sind Bogen 16—21 erschienen; es ist in dieser Lieferung vornehmlich das so anmuthige Kapitel der „Liebe der Blumen“ in gründlich wissenschaftlicher und doch sinnig-poetischer Weise behandelt, wie sie durch Bestäubung befruchtet werden und welche große Bedeutung das Ausschwitzen des Honigs für die Entwicklung der Blüthen zu Früchten hat, indem er die Insekten herbeilockt, welche in den Blüthenkelchen naschend, durch ihre Bewegungen den Blüthenstaub auf den Ort der Befruchtung bringen. Sehr unterhaltend ist die Polemik gegen die Franzosen Martinet und Bonnier, welche die französischen Gelehrten ausschelten, daß sie sich so viel von den Deutschen angeben lassen und namentlich, daß sie die deutschen Forschungen in ihren Lehrbüchern mit solchem Vertrauen benützen, wobei namentlich Herr Bonnier gegen die Darwin'sche Blumentheorie zu Felde zieht und gegen die Bestäubung der Blumen durch die Honig suchenden Insekten.

Dr. Hermann Müller in Lippstadt, der Deutsche „Darwin“ auf dem Felde der Blumen-Forschung schreibt: — die 2. Lieferung des „Illustr. Pflanzenlebens“, das mit seinem prächtig ausgewählten und anziehend dargestellten pflanzenbiologischen Inhalt und seinen wundervollen Abbildungen unter der gemeinverständlichen naturwissenschaftlichen Literatur Deutschlands wohl auf lange Zeit eine der hervorragendsten Stellen einnehmen wird. Ich gratulire von Herzen zu dieser Leistung. 16. April 1880.

Daß das „Illustr. Pflanzenleben“ auch in Gelehrten-Kreisen Beachtung findet, beweist die Thatsache, daß das „Botan. Centralblatt“ (das Organ der fachmännischen Kritik) schon beim Erscheinen der ersten Lieferungen ein ausführliches Referat brachte.

Bot. Centralbl. Nr. 21/22 1880.

„Die Neue Welt“ Nr. 16, 1880. Wir haben vorstehenden Theil des Prospektes wörtlich abgedruckt, weil wir der Ueberzeugung sind, daß der Verfasser des angekündigten Werkes, in dem unsere Leser den „Dr A. D.-P.“ zeichnenden allbeliebten Mitarbeiter der N. W. erkannt haben werden, nicht nur gewillt, sondern auch befähigt ist, die Versprechungen des Prospektes auf das glänzendste zu erfüllen. Wir wünschen dem Unternehmen von ganzem Herzen einen ebenso glänzenden materiellen Erfolg.

„Hannoversches Tageblatt.“ Literarische Umschau. Dodel-Port ist einer von jenen Gelehrten, bezüglich deren man bedauern könnte, daß sie nicht Belletristen, nicht schönwissenschaftliche Schriftsteller geworden sind, wenn sie nicht gerade so meisterlich die Strenge ihrer gelehrten Untersuchungen durch den Reiz ihrer Darstellungsweise zu mildern und die tiefe Bedeutsamkeit ihres Stoffes auch dem Verständnisse und Gefühle der nicht wissenschaftlich gebildeten Leser nahe zu bringen wüßten. So unterrichtet zu werden, ist Genuß, das werden uns Alle zugeben, welche dem Verfasser auf seinen Exkursionen in die tausend Geheimnisse bergenden Gefilde seiner anmuthigen Wissenschaft folgen.

Aehnlich äußern sich: „Ueber Land und Meer“ (Sommer 1880). „Speierer Ztg.“ 1880.

„Chronik der Volksschule.“ Es sind ja nur sehr günstig situirte Lehranstalten in der Lage, neben dem Text auch Dodel-Ports „Anatomisch-physiologischen Atlas der Botanik“ mit seinen prächtig kolorierten großen Pflanzenbildern anzukaufen; noch weit weniger kommt dieser Atlas in die Hände des großen Publikums oder der Volksschulen. Es ist deshalb ein dankenswerthes Unternehmen des Verfassers, Text und Bild, dieses etwa 16 mal verkleinert, lieferungsweise erscheinen zu lassen. In je 4 Wochen erscheint eine Lieferung. Die erste derselben liegt vor. Sie legt ein brillantes Zeugniß ab von der Befähigung des Autors, tief in die Schachte der Wissenschaft hinabzuführen, ohne zu langweilen und zu ermüden. Die oben angedeuteten Kapitel halten das Interesse des Lehrers wach bis zur letzten Spalte. Wenn die folgenden Lieferungen Aehnliches bieten, so können wir dem ganzen Unternehmen das beste Prognostikon stellen. Für Lehrer und Volksbibliotheken von hervorragendem Werth!

„Schles. Presse“. In der 4. und 5. Lieferung setzt der gelehrte Verfasser seine interessanten Mittheilungen über Befruchtungsvorgänge zunächst der Florideen fort und constatirt die ganz wesentliche Mitwirkung von Wasserthieren bei der Befruchtung von Polysiphonia subulata. Wirklich bahnbrechend sind auch seine Untersuchungen über die „Liebe der Blumen“, was nichts anderes als „Physiologie der Blumen“ besagen will. Bekanntlich hat Darwin den neuen Anstoß zu diesem noch jungen Wissenstriebe gegeben und hat gezeigt, wie auch bei den anscheinend so harmlosen Kindern Flora's der Kampf ums Dasein zur Geltung gelangt. Der Verfasser ist ein treuer Interpret des britischen Naturforschers, aber er ist mehr, er ist auch selbständiger Forscher. Sein hochbedeutendes Werk verdient deshalb weitgehendste Berücksichtigung.

„Karlsr. Nachr.“ Wir können nach eingehendem Studium nicht anders, als unsere höchste Freude über das Erscheinen eines solchen Werkes auszusprechen, zumal der Verfasser es versteht, mit einer Lebendigkeit und einer Art zu schildern, die Jedermann fesselt und zum Weiterlesen zwingt. Nicht bedarf es extra großer Vorstudien auf dem Gebiete der höheren Botanik, noch ist es nöthig, mit Lexikon und botanischen Werken zur Seite diese Arbeit zu studieren; gemeinverständlich geschrieben, wird jeder gebildete und Sinn für das unsichtbare Schaffen der Natur besitzende Mensch dieses Buch als Schlüssel zu solchen Wunderkräften mit Freuden begrüßen. Es wird dieses Werk, zumal sein Preis ein mäßiger ist (1 Mk. pro Heft), gewiß sich überall Eingang verschaffen und sei es hiermit bestens empfohlen.



Vorwort und Nachwort.

Die Welt ist aus einem zweitausendjährigen Traume aufgewacht.

Dem Zeitalter der Natur-Verachtung ist das Zeitalter der Natur-Begeisterung gefolgt.

Wir haben angefangen, uns des Naturschönen bewußt zu werden und mit Andacht den Offenbarungen unserer Allmutter zu lauschen.

Die Natur-Erkenntniß ist nicht mehr das Privilegium einer abgeschlossenen Zunft; denn der Tempel der Wissenschaft steht dermalen Jedermann offen. Und die Freunde und Diener der Letzteren werden hinausgesandt aus den Hörsälen ins offene Feld, wo der Landmann am Pfluge steht, zum Förster, der des Waldes wartet, zum rußgeschwärzten Mann an der ächzenden Maschine, wie zum Kaufmann, der in seinen Büchern die Circulation des Weltverkehrs controlirt.

Während vor kaum zwei Jahrzehnten jene Gelehrten eine Seltenheit waren, welche es — trotz des zünftigen Achselzuckens ihrer Collegen — unternahmen, den Goldstrom wissenschaftlicher Wahrheiten in die lustig rauschenden Bächlein des ganzen Volkslebens zu leiten, während jene Versuche gemeinverständlicher Darstellung wissenschaftlicher Tagesfragen vor kurzer Zeit noch dem Spott und der Geringschätzung Jener anheimfielen, die alle Wissenschaft für ihre Kaste in Pacht zu halten Anstrengung machten: sehen wir heute die Verhältnisse zum Theil umgekehrt. Die anerkanntesten Forscher auf allen Gebieten des Naturwissens verschmähen es nicht, sondern erachten es für sich selbst und Andere als Wohlthat, in gemeinverständlicher Sprache über mühsame Forschungen und deren erfreuliche Resultate zu referiren. Wohl steht hie und da noch ein „Zünftiger" abseits, schmollend und voll Bitterkeit über die angebliche „Herunterwürdigung" der Wissenschaft, die sich mehr und mehr zum Gemeingut aller Gebildeten des ganzen Volkes aufschwingt und hiebei während eines einzigen Jahrzehnts mehr gewinnt, als ehedem, da sie in engen Mauern gebannt blieb, während eines ganzen Jahrhunderts. Lassen wir jene grollen — auf der andern Seite sind dafür Tausende, welche über den geistigen Genüssen jetzt jubelnd frohlocken, über jenen neuerschlossenen Quellen ungeahnter Wahr-

heiten, welche heute ihren Abfluß in die Fruchtäcker der Völker-Entwickelung und zu den Feldblumen bäuerlicher Philosophie gefunden haben.

Ja, die Wissenschaft, bald warnend, bald zum Festhalten des bisher Errungenen, bald zum Verlassen des Liebgewordenen und zum Verbessern des Vorhandenen aufmunternd, sie schickt sich an, zum Gemeingut Aller zu werden und es soll fürderhin kein Sterblicher mehr sein, der täglich nicht einer ihrer Wohlthaten bewußt würde.

Man hat uns gerufen, daß wir mittheilend seien, man forderte uns auf, vor Jedermanns Augen darzulegen, was uns an Natur-Erkenntniß geworden, und jedesmal, da wir dem Rufe gefolgt sind, ist uns gedankt worden. Das hat uns veranlaßt, dieses Buch zu schreiben, in der Absicht, schlicht und wahr und Allen verständlich von dem zu erzählen, was wir und was Andere gesehen und empfunden, gesucht und erforscht haben, als wir der Aufgabe lebten, unserer besten Lehrmeisterin, d. i. der lebendigen Natur, Geheimnisse abzulauschen, die bislang dem fragenden Menschengeist getrotzt haben.

Der Verfasser ist seit fünf Jahren mit der Bearbeitung des „Anatomisch-physiologischen Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen“ (Eßlingen, Verlag von J. F. Schreiber) beschäftiget, eines großen Tafelwerkes, welches sofort beim Erscheinen seiner ersten Lieferungen nicht allein die freudigste Zustimmung aller Fachmänner, sondern „als einzig in seiner Art dastehendes Unterrichtsmittel“ auch seither Eingang in alle Hochschulen und Akademieen deutscher Zunge, sowie auch in die höchsten Lehranstalten von England und Frankreich, von Italien und Portugal, von Rußland und Amerika gefunden hat. Bei der Ausführung jenes zur Stunde in 4 modernen Sprachen erscheinenden und nächstens zum vorläufigen Abschluß gelangenden Werkes handelte es sich darum, die wichtigsten und interessantesten Entdeckungen der botanischen Wissenschaften in treuer Bearbeitung durch Wort und Bild für den Unterricht an höheren Lehranstalten nutzbar zu machen. Eine Unzahl von zuverlässigen, selbstgefertigten Originalzeichnungen setzte den Verfasser in den Stand, die wichtigsten Fragen des Pflanzenlebens in gemeinverständlicher Form zu illustriren und hiedurch die weitesten Kreise — nicht bloß Gelehrter, sondern der gebildeten Naturfreunde überhaupt — mit in das lebhafte Interesse hineinzuziehen, das in unseren Tagen auf allen Punkten der stetig fortschreitenden Naturforschung sich geltend macht. Das Projekt unseres „Illustrirten Pflanzenlebens“ ergab sich also ungesucht.

Ein großer Theil von dem, was in dem „Anatomisch-physiologischen Atlas der Botanik“ fast nur den academischen Kreisen und den Lehrern der Naturwissenschaften an Mittelschulen zugänglich gemacht wurde, sollte hier, im „Illustrirten Pflanzenleben“ weiteren Kreisen geboten werden.

Hiebei mußten zwei Momente ganz besonders in den Vordergrund gedrängt werden.

Einmal sollten die interessantesten Tagesfragen der wissenschaftlichen Botanik in anschaulicher, leichtverständlicher Sprache, in einer Weise, die dem gegenwärtigen Stand

der Wissenschaft entspricht, und zwar erschöpfender zur Behandlung kommen, als es in dem Text zum „Atlas der Botanik“ geschehen konnte. Die Sprache mußte sich vom allzutrockenen Lehrton fernhalten, die Darstellung mußte eine freiere, ungebundene, doch jederzeit der Wissenschaft entsprechende sein.

Sodann mußten zahlreiche, durchaus naturwahre Illustrationen nach Originalzeichnungen dem Verständniß der Leser zu Hülfe kommen.

Das Buch sollte auch jedem Gebildeten verständlich sein, Niemanden langweilen, auch nicht allzusehr ermüden; es sollte Allen Belehrung bringen, die in freien Stunden nach ihm greifen. Es verfolgt den Zweck, nicht allein das empirische Natur-Erkennen zu verallgemeinern, sondern auch einer Gemüthsleere entgegenzuarbeiten, einer Ebbe an idealem Denken und Empfinden zu begegnen, wie sie sich in unserem Zeitalter des Ueberganges von der einen zur andern Weltanschauung geltend zu machen sucht.

So lautete unser Programm, als wir die erste Lieferung zu diesem Buche als Fühler hinaussandten, um zu erfahren, wie man unsern Plan aufnehmen würde. —

Haben wir dieses Programm innegehalten?

Haben wir unsern Zweck erreicht?

Die Aufnahme, welche den der Gesammtausgabe vorauseilenden Lieferungen von der Presse zu Theil geworden, spricht für Bejahung, trotz der Mängel, die dem Buch anhaften und deren sich der Verfasser gar wohl bewußt ist. Wenn unter den zahlreichen freundlichen Zustimmungen als Hauptfehler dieses Buches die „schwärmerische Begeisterung“ gerügt wurde, mit welcher die verschiedenen wissenschaftlichen Objekte hier behandelt werden, so ist der Verfasser gewiß der letzte, der diesen Fehler bedauert. Unser „Pflanzenleben“ ist von darwinistischem Geiste beseelt. Man hat auf gegnerischer Seite ausgegeben, die neuere Naturforschung der Darwin'schen Schule ertödte jede „Gemüthlichkeit und gefühlvolle Naturbetrachtung“. Man stellte uns als krasse Materialisten und Cyniker hin, als Frevler an der Ethik, Moral und Aesthetik. Nun, da einmal Einer kommt, der für das Gegentheil zeugt, der mit Herz und Hirn, mit Vernunft und Phantasie, mit aller Gedankenfreiheit und unverhüllter natürlicher Weltanschauung und gerade trotz dieser darwinistischen Weltanschauung die lebendige und „todte“ Welt begeistert verherrlichet — — — nun auf der andern Seite Staunen, Achselzucken, Verdruß! Wir glauben, daß die Zeit gekommen ist, da auch der letzte Vorwurf gegenüber der modernen Naturauffassung verstummen muß. Wir haben nur zu zeigen, daß die unumstößlichen Naturgesetze mit keiner ächten Moral in Conflikt kommen können und daß die Erkenntniß jener Gesetze weit entfernt davon ist, ein Hemmniß der aesthetischen Naturbetrachtung zu sein, wohl aber geeignet, diese letztere mächtig zu fördern. Gerade die Naturalisten der neuern Schule sind weit eher als ihre Vorfahren und ihre jetztlebenden Gegner dazu berufen, der schönern Weltanschauung ihren aesthetischen Ausbau zu geben, ebensowohl als sie — trotz der Parole „Kampf um's Dasein“ weit eher geeignet sind, Apostel des Friedens und Boten der Freiheit unter der ächzenden Menschheit zu

werden, weit eher, als alle Andern, die sich einer solchen Berufung rühmten und noch rühmen.

Also, wegen der „schwärmerischen Liebe“, mit welcher der Verfasser die in diesem Buche enthaltenen Resultate wissenschaftlicher Forschung durchwärmt hat — gedenkt er nicht Buße zu thun. Möge jene „Liebe“ nicht nur in manchem meiner freundlichen Leser und in mancher meiner andächtigen Leserinnen neu angefacht werden, sondern beim Verfasser mit den zunehmenden Jahren anstatt abzunehmen, sich gedeihlich weiter steigern, so werden wir uns — Leser und Verfasser — nach Jahren wiedersehen.

Zürich, Sonntag den 26. November 1882.

Arnold Dodel-Port.

Inhalts-Angabe.

I.

Die niedern Pilze — pag. 1—21.

II.

Contagien und Miasmen — pag. 22—58.

III.

Fleischfressende Pflanzen — pag. 59—120.

IV.

Die Kraushaar-Alge — Ulothrix zonata — pag. 121—138.

V.

Ein Blick in die untergetauchte Flora der Adria — pag. 139—184.

VI.

Die Liebe der Blumen — pag. 185 ff.

VII.

Die Liebe der Blumen. (Fortsetzung) pag. 286 ff.

VIII.

Die Liebe der Blumen. (Zweite Fortsetzung). Entwicklungsgeschichte des [illegible] — pag. [illegible] ff.

IX.

Auffällige Bewegungs-Erscheinungen im Pflanzenreiche — pag. 389 ff.

Verzeichniß und Erklärung der Tafeln.

Taf. I. Spaltpilze (zu Kapitel I).

(Nach Dodel-Port, Anatomisch-physiologischer Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

Fig. I. Stäbchenpilze (Bacterien) im Blute einer menschlichen Leiche. Diese Spaltpilzformen gehören zu den ersten, welche im Blut von Leichen auftreten. Die drei scheibenförmigen Körper stellen Blutzellen dar. Bei den eingeschnürten Stellen der Stäbchen findet Zweitheilung statt.

Fig. II. Drei Stäbchenpilze (Bacterien) von der Oberfläche faulender Pflanzen-Aufgüsse; an jedem Ende findet sich eine bewegliche Flimmer-Cilie, durch deren Thätigkeit die Stäbchen in eine zitternd-rotirende oder wackelnde Bewegung versetzt werden.

Fig. III. Vier spiralig gekrümmte Faden-Bacterien, Spirochaete Obermeieri Cohn, welche bei Patienten des Rückfall-Typhus (Febris recurrens) während der Paroxysmen regelmäßig im Blute angetroffen werden und das organisirte, sichtbare Contagium dieser Krankheit darstellen. Auch hier stellen die scheibenförmigen Körper Blutzellen dar.

Fig. IV. Spirillum Undula — eine weit verbreitete Schrauben-Bacterie, die in allen möglichen faulenden Flüssigkeiten, z. B. in Wasser mit faulenden Algen vorkommt. Sie bildet kurze, schraubenförmige, unbiegsame Fäden mit 1—3 Spiralumgängen und trägt an jedem Ende eine Flimmer-Cilie.

Fig. V. Kettenförmig angeordnete Kugelpilze (Micrococcus) aus faulendem Blut.

Fig. VI. Fragment von dem feinen Gallerthäutchen, das sich häufig an der Oberfläche faulenden Wassers bildet, in welchem Algen abgestorben sind. Das ganze Häutchen besteht aus zahlreichen, reihenartig angeordneten Kugelpilzen (Micrococcus), die in einer farblosen Gallerte liegen und sich durch Zweitheilung vermehren.

Fig. VII. Eine kleine Gruppe von Kugelpilzen des „Blutwunders" (Micrococcus prodigiosus), jener Fäulnißpilze, die auf verderbenden Speisen oft über Nacht blutig-rothe Schleimtropfen bilden und Anlaß zur Sage von „blutenden Hostien" gegeben haben.

(Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind 3000-fach vergrößert.)

Taf. II. Der Milzbrand-Pilz — Bacterium Anthracis (zu Kapitel I.).

(Nach Dodel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

Fig. I-V. Die Keimungsgeschichte der Sporen von Bacterium Anthracis (Milzbrand-Pilz). Sie ist identisch mit der Keimungsgeschichte der Sporen von Heu-Bacterien, welch' letztere nach den neuesten Untersuchungen von Nägeli und Buchner in geeigneten Nährsubstanzen sich in (giftige) Milzbrand-Pilze verwandeln.

Fig. VI. Milzbrand-Bacterien, wie man sie im Blut und in der Milz der an Anthrax erkrankten Thiere findet. Die vier scheibenförmigen Körper sind Blutzellen.

Fig. VII. Durch Cultur aus Milzbrand-Bacterien hervorgegangene, sporenbildende Fadenstücke, die im Begriffe stehen, in Gallerte zu zerfließen.

Fig. VIII. Fragment einer Sporenkette mit zur Axe schief gestellten Sporen.

Fig. IX. Fragment einer Sporenkette mit zur Axe senkrecht gestellten Sporen.

Fig. X. Fragment eines Gallerthäutchens mit vier Reihen von Milzbrand-Sporen, die durch Zerfließen der Gallerte frei werden.

Fig. XI. Frei gewordene Milzbrand-Sporen, wie in Fig. 1.

(Sämmtliche Figuren 3000-fach vergrößert).

Taf. III. Europäische Sumpflandschaft mit fleischfressenden Pflanzen.

(Zu Kapitel III., pag. 59.)

Das verkleinerte phototypische Cliché dieser vom Verfasser in großem Format gezeichneten Landschaft ist leider trotz wiederholter Versuche nicht vollkommen gelungen; auch der Druck der ganzen Auflage dieser Tafel ist nicht nach Wunsch ausgefallen, was der freundliche Leser angesichts der großen Mühe des Verfassers diesem letzteren nicht zur Schuld anrechnen wolle. Die Tafel zeigt auch so, wie sie vorliegt, die berühmtesten unserer europäischen fleischfressenden Pflanzen in ihrer natürlichen Umgebung: links im Vordergrund das Fettkraut, rechts davon, fast in der Mitte des Vordergrundes, den langblätterigen und den rundblätterigen Sonnenthau (Drosera longifolia und Drosera rotundifolia) — diese drei Pflanzen auf dem Festland (Torfgrund), während rechts im Bild aus dem Wasser der Blüthenstand des sonst ganz untergetauchten Schlauchkrautes (Utricularia vulgaris) emporragt. Detail-Figuren von diesen vier fleischfressenden Pflanzen sind in den Text, pag. 59—120, eingedruckt.

Taf. IV. Sarracenia Drummondi (zu pag. 115—116).

Fig. I. Ein wohlentwickeltes Exemplar der insektenfressenden Sarracenia Drummondi nicht ganz in halber natürlicher Größe. A, B und C — drei röhrenförmige, nach Oben trichterartig erweiterte Blätter, deren Spreitentheil je einen abstehenden Deckel über der Trichteröffnung bildet. h h — Honigtröpfchen, welche vom obern Theil des Trichters und seinem Deckel abgeschieden werden. D und E — zwei schwertförmige, flache Blattstielblätter, nicht zum Insektenfang geeignet. F — Unterer Rest eines abgeschnittenen insektenfangenden Blattes.

Fig. II. Die kurzen, kegelförmigen Auswüchse der Insekten-anlockenden Epidermis am obern Theil der Blätter A, B und C.

werden, weit eher, als alle Andern, die sich einer solchen Berufung rühmten und noch rühmen.

Also, wegen der „schwärmerischen Liebe“, mit welcher der Verfasser die in diesem Buche enthaltenen Resultate wissenschaftlicher Forschung durchwärmt hat — gedenkt er nicht Buße zu thun. Möge jene „Liebe“ nicht nur in manchem meiner freundlichen Leser und in mancher meiner andächtigen Leserinnen neu angefacht werden, sondern beim Verfasser mit den zunehmenden Jahren anstatt abzunehmen, sich gedeihlich weiter steigern, so werden wir uns — Leser und Verfasser — nach Jahren wiedersehen.

Zürich, Sonntag den 26. November 1882.

Arnold Dodel-Port.

Inhalts-Angabe.

III.

Fleischfressende Pflanzen — pag. 59—120.

IV.
Die Kraushaar-Alge — Ulothrix zonata — pag. 121—138.

V.
Ein Blick in die untergetauchte Flora der Adria — pag. 139—184.

VI.
Die Liebe der Blumen — pag. 185 ff.

VII.

Die Liebe der Blumen. (Fortsetzung) pag. 286 ff.

VIII.

Die Liebe der Blumen. (Zweite Fortsetzung). Entwickelungsgeschichte des pflanzlichen Liebelebens — pag. 350 ff.

IX.

Auffällige Bewegungs-Erscheinungen im Pflanzenreiche — pag. 389 ff.

X.

Auffällige Bewegungs-Erscheinungen im Pflanzenreich. (Fortsetzung) pag. 435 ff.

Verzeichniß und Erklärung der Tafeln.

Taf. I. Spaltpilze (zu Kapitel I).

(Nach Dodel-Port, Anatomisch-physiologischer Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

Fig. I. Stäbchenpilze (Bacterien) im Blute einer menschlichen Leiche. Diese Spaltpilzformen gehören zu den ersten, welche im Blut von Leichen auftreten. Die drei scheibenförmigen Körper stellen Blutzellen dar. Bei den eingeschnürten Stellen der Stäbchen findet Zweitheilung statt.

Fig. II. Drei Stäbchenpilze (Bacterien) von der Oberfläche faulender Pflanzen-Aufgüsse; an jedem Ende findet sich eine bewegliche Flimmer-Cilie, durch deren Thätigkeit die Stäbchen in eine zitternd-rotirende oder wackelnde Bewegung versetzt werden.

Fig. III. Vier spiralig gekrümmte Faden-Bacterien, Spirochaete Obermeieri Cohn, welche bei Patienten des Rückfall-Typhus (Febris recurrens) während der Paroxysmen regelmäßig im Blute angetroffen werden und das organisirte, sichtbare Contagium dieser Krankheit darstellen. Auch hier stellen die scheibenförmigen Körper Blutzellen dar.

Fig. IV. Spirillum Undula — eine weit verbreitete Schrauben-Bacterie, die in allen möglichen faulenden Flüssigkeiten, z. B. in Wasser mit faulenden Algen vorkommt. Sie bildet kurze, schraubenförmige, unbiegsame Fäden mit 1—3 Spiralumgängen und trägt an jedem Ende eine Flimmer-Cilie.

Fig. V. Kettenförmig angeordnete Kugelpilze (Micrococcus) aus faulendem Blut.

Fig. VI. Fragment von dem feinen Gallerthäutchen, das sich häufig an der Oberfläche faulenden Wassers bildet, in welchem Algen abgestorben sind. Das ganze Häutchen besteht aus zahlreichen, reihenartig angeordneten Kugelpilzen (Micrococcus), die in einer farblosen Gallerte liegen und sich durch Zweitheilung vermehren.

Fig. VII. Eine kleine Gruppe von Kugelpilzen des „Blutwunders" (Micrococcus prodigiosus), jener Fäulnißpilze, die auf verderbenden Speisen oft über Nacht blutig-rothe Schleimtropfen bilden und Anlaß zur Sage von „blutenden Hostien" gegeben haben.

(Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind 3000-fach vergrößert.)

Taf. II. Der Milzbrand-Pilz — Bacterium Anthracis (zu Kapitel I.).

(Nach Dobel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

Fig. I-V. Die Keimungsgeschichte der Sporen von Bacterium Anthracis (Milzbrand-Pilz). Sie ist identisch mit der Keimungsgeschichte der Sporen von Heu-Bacterien, welch' letztere nach den neuesten Untersuchungen von Nägeli und Buchner in geeigneten Nährsubstanzen sich in (giftige) Milzbrand-Pilze verwandeln.

Fig. VI. Milzbrand-Bacterien, wie man sie im Blut und in der Milz der an Anthrax erkrankten Thiere findet. Die vier scheibenförmigen Körper sind Blutzellen.

Fig. VII. Durch Cultur aus Milzbrand-Bacterien hervorgegangene, sporenbildende Fadenstücke, die im Begriffe stehen, in Gallerte zu zerfließen.

Fig. VIII. Fragment einer Sporenkette mit zur Axe schief gestellten Sporen.

Fig. IX. Fragment einer Sporenkette mit zur Axe senkrecht gestellten Sporen.

Fig. X. Fragment eines Gallerthäutchens mit vier Reihen von Milzbrand-Sporen, die durch Zerfließen der Gallerte frei werden.

Fig. XI. Frei gewordene Milzbrand-Sporen, wie in Fig. 1.

(Sämmtliche Figuren 3000-fach vergrößert).

Taf. III. Europäische Sumpflandschaft mit fleischfressenden Pflanzen. (Zu Kapitel III., pag. 59.)

Das verkleinerte phototypische Cliché dieser vom Verfasser in großem Format gezeichneten Landschaft ist leider trotz wiederholter Versuche nicht vollkommen gelungen; auch der Druck der ganzen Auflage dieser Tafel ist nicht nach Wunsch ausgefallen, was der freundliche Leser angesichts der großen Mühe des Verfassers diesem letzteren nicht zur Schuld anrechnen wolle. Die Tafel zeigt auch so, wie sie vorliegt, die berühmtesten unserer europäischen fleischfressenden Pflanzen in ihrer natürlichen Umgebung: links im Vordergrund das Fettkraut, rechts davon, fast in der Mitte des Vordergrundes, den langblätterigen und den rundblätterigen Sonnenthau (Drosera longifolia und Drosera rotundifolia) — diese drei Pflanzen auf dem Festland (Torfgrund), während rechts im Bild aus dem Wasser der Blüthenstand des sonst ganz untergetauchten Schlauchkrautes (Utricularia vulgaris) emporragt. Detail-Figuren von diesen vier fleischfressenden Pflanzen sind in den Text, pag. 59—120, eingedruckt.

Taf. IV. Sarracenia Drummondi (zu pag. 115—116).

Fig. I. Ein wohlentwickeltes Exemplar der insektenfressenden Sarracenia Drummondi nicht ganz in halber natürlicher Größe. A, B und C — drei röhrenförmige, nach Oben trichterartig erweiterte Blätter, deren Spreitentheil je einen abstehenden Deckel über der Trichteröffnung bildet. h h — Honigtröpfchen, welche vom obern Theil des Trichters und seinem Deckel abgeschieden werden. D und E — zwei schwertförmige, flache Blattstielblätter, nicht zum Insektenfang geeignet. F — Unterer Rest eines abgeschnittenen insektenfangenden Blattes.

Fig. II. Die kurzen, kegelförmigen Auswüchse der Insekten-anlockenden Epidermis am obern Theil der Blätter A, B und C.

Fig. III. Die stachelförmigen, kurzen, abwärts gerichteten Haare auf der Innenwand der insektenfangenden Blätter, wie sie z. B. in der Höhe b am Blatt B angetroffen werden.

Fig. IV. Die langen, bajonettförmigen Haare auf der Innenwand desselben Blattes, aus der Höhe c, nebst einigen Epidermiszellen.

Fig. V. Fragment der Epidermis auf der Innenwand des mit Insektenleichen vollgestopften Blatttheiles bei ins am Blatt F.

Alle Figuren vom Verfasser nach dem Leben gezeichnet. Fig. II. bis V. vergrößert.

Taf. V. Meertange der Adria bei Miramar. (zu Kapitel V pag. 139 ff.)

Die Erklärung dieser Tafel findet sich auf einem Extrablatt gegenüber dem Bilde (vor pag. 139).

Taf. VI. Lilium Martagon (Türkenbund- oder Berglilie). (pag. 197—202)

Die Erklärung dieser Tafel findet sich auf pag. 202.

Taf. VII. Keimschläuche von Pollenkörnern auf den bestäubten Narben der Türkenbund-Lilie (zu pag. 309).

(Nach Tafel [illegible] Anatomisch-physiologischer Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

Fig. A. Fragment des senkrechten Längsschnittes durch die bestäubte Narbe, wobei zwei Narbenlappen getroffen wurden, welche durch die senkrecht (in der Mitte der Figur) verlaufende Spalte von einander getrennt erscheinen. g g — lockeres, großzelliges Gewebe unter der Epidermis e, e, e, das von [illegible] Intercellularräumen i i durchzogen wird. np np np — die aus der Epidermis hervorgewachsenen Narben-Papillen, in deren von reichem Zellsaft erfüllten Zellen deutlich die Kerne n n zu erkennen sind. po po — die an den [illegible] Narbenpapillen hängen gebliebenen Pollenkörner mit netzig verdickter Haut und zahlreichen kleinen Öltröpfchen an ihrer Oberfläche. Alle vier Pollenkörner zeigen Keimschläuche sch sch, welche längs der Papillen-Reihen hinunter wachsen in den Griffel und Fruchtknoten (Wachstumsrichtung angedeutet durch den Pfeil in Mitte der Figur).

Fig. B. Zwei Pollenkörner mit Keimschläuchen. [illegible] — Öltröpfchen an der Oberfläche der äußeren, netzig verdickten Haut ex. in — [illegible] Haut [illegible]. n n — Zellkerne.

Fig. C. Ein einzelnes Pollenkorn im optischen Schnitt bei beginnender Keimschlauchbildung s. Bezeichnung wie in Fig. B.

Fig. D. Längsschnitt des Fruchtknotens und Griffels der Türkenbundlilie. ca — oberer Theil des [illegible]. a a — Richtung des in Fig. E dargestellten Querschnittes durch den Fruchtknoten. [illegible] Richtung des Querschnittes a durch den oberen Griffeltheil. [illegible] Richtung des Querschnittes [illegible] durch den mittleren und unteren Theil des Griffels. st — Narbe (etwas vergrößert).

Fig. E. Querschnitt durch die Mitte des Fruchtknotens. sk — Samenknospen. } beide Figuren vergrößert.

Fig. F. Längsschnitt durch den unteren Theil des Fruchtknotens.

Die Figuren A, B und C sind stark vergrößert.

Taf. VIII. Honig- und blüthenstaubsuchende Insekten auf Weidenblüthen. (zu pag. [illegible] ff.)

[illegible] Bei A [illegible] bei C eine [illegible] an den [illegible] und Pollen mit Honig [illegible]. D — eine [illegible]. [illegible]

Taf. IX. [illegible] — Salvia glutinosa L. (zu pag. 435 ff.)

[illegible] Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.

Fig. [illegible] [illegible]

matozoiden aufgelöst; a^4 — ein fast ganz entleertes Antheridium. b, b, b — Oogonien (weibliche Organe); b'' — Oogonien mit Vacuolen im Innern; bei b''' haben sich die Spermatozoiden außen an die Gallerthülle des Oogoniums angesetzt. Vergrößerung 300.

Fig. 2. Befruchtung eines Oogoniums; die Befruchtungskugel ist von Spermatozoiden umschwärmt, welche die Gallertmembran durchbohrt haben.

Fig. 3. Unreife Eispore (Oospore).

Fig. 4. Spermatozoiden-Bündel, noch nicht zerfallen, im Innern des Antheridiums rotirend.

Fig. 5. Spermatozoiden, isolirt und in lebhafter Bewegung begriffen.

Fig. 6. Spermatozoiden durch Jodlösung getödtet, die Anheftung der Flimmergeißeln zeigend.

Fig. 7. Ein Segment aus der Peripherie einer Volvox-Kugel. a — eine Fortpflanzungszelle, b — drei vegetative Zellen, halb schematisch.

(Die Figuren 2—7 sind sehr stark vergrößert.)

Taf. X. See-Partie mit drei Arten untergetauchter europäischer Wasserpflanzen, in deren Zellen auffallende Bewegungserscheinungen beobachtet werden.
(Zu pag. 459.).

Links bei 1, 1, im Wasser untergetaucht: der zerbrechliche Armleuchter (Chara fragilis).

In der Mitte bei 2, 2 — weibliche Pflanzen der zierlichen Sumpfschraube (Vallisneria spiralis) mit langen Blüthenstielen, welche die weiblichen Blüthen bis an die Oberfläche des Wassers tragen.

In der Mitte bei 3, 3 — männliche Pflanze mit kurzstieliger Inflorescenz.

Rechts: die reich verzweigte canadische Wasserpest (Elodea canadensis) mit senkrecht niederhängenden Wasserwurzeln und aufstrebenden weiblichen Blüthen.

(Vom Verfasser nach dem Leben gezeichnet).

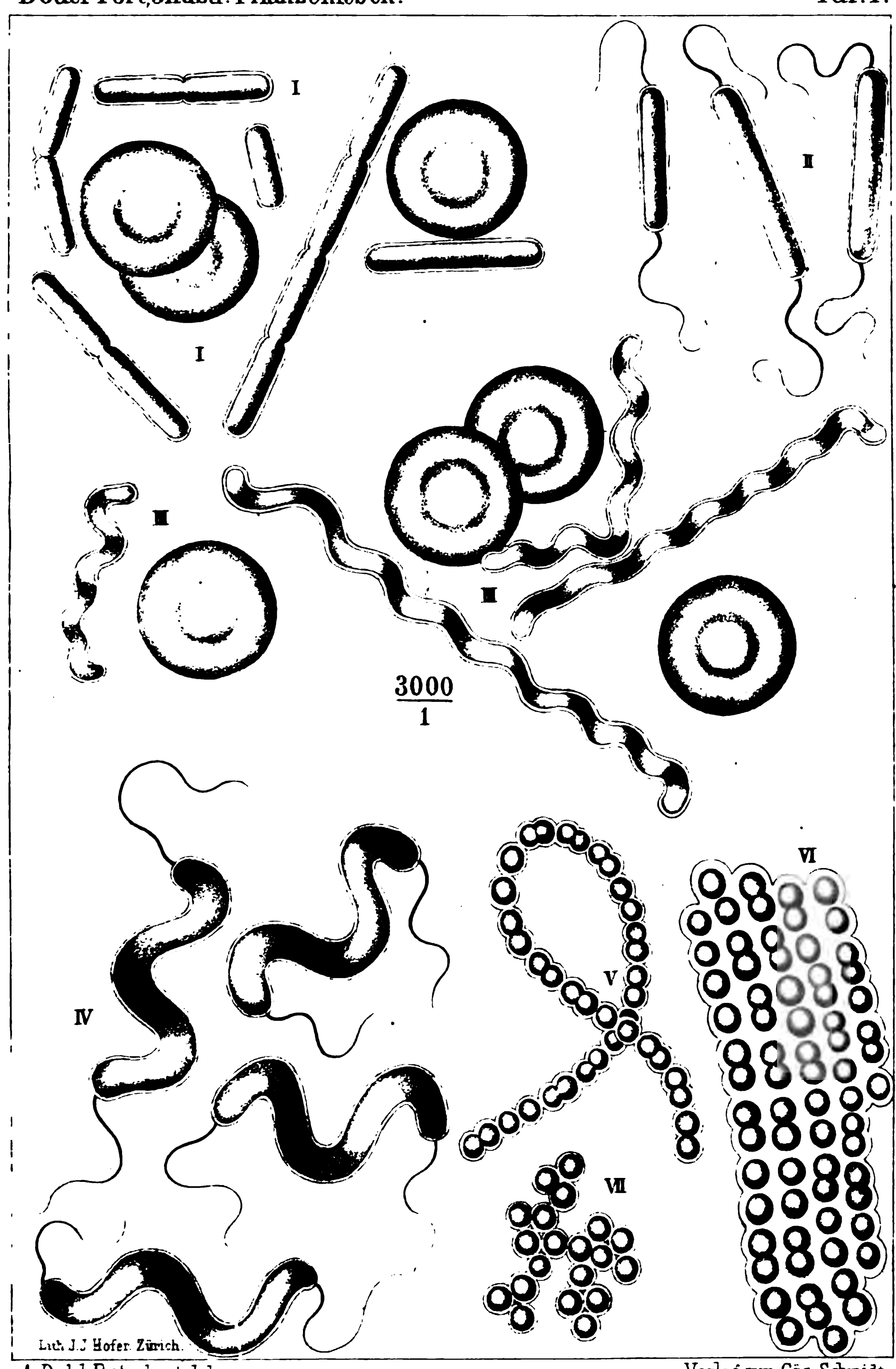
Verzeichniß der in den Text gedruckten Phototypieen und Holzschnitte.

Die nachstehend mit (Orig. phot.) bezeichneten Figuren sind vom Verfasser im Original als Federzeichnungen hergestellt, sodann auf photographischem Wege auf Zink übertragen und durch Aetzung zu phototypischen Clichés hergerichtet worden. Wenn diese Clichés auch in vielen Fällen weit hinter der Reinheit und Durchsichtigkeit der Originalzeichnungen zurückstehen (dieses neue Verfahren zur Herstellung von Clichés ist noch keineswegs zur Vollkommenheit gediehen), so glaubt der Verfasser dennoch, daß den meisten Figuren ein größerer Werth beizumessen ist, als wenn sie nach denselben Originalzeichnungen in Holz geschnitten worden wären. Denn die Erfahrung lehrt, daß sehr häufig feine Zeichnungen wissenschaftlicher Natur vom Xylographen mißverstanden und unrichtig wiedergegeben werden, was bei der Herstellung phototypischer Clichés absolut unmöglich ist. Bei letzteren ist der Hersteller der Originalzeichnung sicher, daß kein Federstrich und kein Punkt versetzt worden ist, sondern daß die vervielfältigten Figuren eben photographisch richtig, wenn auch nicht immer sehr rein sind.

Außer diesen 122 in den Text gedruckten Figuren findet sich auf pag. 354 eine ideale Wald- und Sumpflandschaft der Steinkohlenzeit (Holzschnitt.).

Druckfehler.

Auf Seite 67, Zeile 18 von Oben: statt Galatine lies Gelatine.
Auf Seite 96, in der Figuren-Erklärung, vorletzte Zeile: statt von unten lies von Oben.



A. Dodel-Port ad nat del.

Verlag von Cäs. Schmidt.

Spalt-Pilze.



I.

Die niedern Pilze.

In der lebendigen Natur ist ewiges Aufbauen und Niederreißen, Erzeugen und Vernichten, ein unaufhörliches Gebären und immer wiederkehrendes Sterben — ein stetig abwechselndes Vereinigen und Trennen, eine beständige Circulation der Materie, ein kettenförmiger Kreislauf von Leben und Tod. Was das Sonnenlicht schafft, das zerstört wiederum die Finsterniß.

Die Produkte des Tages werden zur Beute der Nacht. Das Lebendige scheint in's Dasein getreten zu sein, bloß um dem Tod anheimzufallen.

Wenn uns diese Thatsachen zum ersten Mal in's Bewußtsein kommen, so erwehren wir uns kaum einer unheimlichen trübseligen Anwandlung. Aber nur dem Uneingeweihten bringt solche summarische Erkenntniß Trauer und Furcht. Dringen wir weiter hinein in die bislang noch unerschlossenen Geheimnisse der Natur, so entdecken wir allüberall die Manifestationen ewiger Gesetze, die mit eiserner Nothwendigkeit sich im Kreislauf der Materie Geltung verschaffen.

Sobald wir diese Gesetze erkannt haben, so liegen für uns auch die Mittel in der Nähe, um unserem eigenen Gedeihen gegenüber dem ehernen Gang der Naturkräfte gerecht werden zu können.

Alle Erscheinungen in der lebendigen, wie in der „todten" Natur sind die Resultanten von Kräften, die in der unzerstörbaren Materie, im unvernichtbaren Stoff sich geltend machen. Jede für unsere Sinnen wahrnehmbare Erscheinung hat ihre natürliche Ursache und wird selbst wieder zur Ursache einer weitern Erscheinung. So steht Alles, was in der Natur geschieht, in einem causalen, in einem ursächlichen Zusammenhang.

Die neuere Naturwissenschaft hat sich mit Erfolg darangemacht, in den verschiedenen Natur-Erscheinungen den ursächlichen Zusammenhang zu erforschen. Es ist dieses auch schon an vielen Stellen, wo die exakte Forschung mit glücklicher Hand ihr Messer angesetzt hat, gelungen; an andern Stellen hat die Natur freilich bis jetzt der Methode des Forschers gespottet — Arbeit für die Zukunft!

Unter den Ursachen, welche im Leben und Sterben der organischen Welt bis vor Kurzem eine ganz unheimliche Rolle spielten, und noch spielen, hat die mikroskopische Forschung eine Gruppe von Organismen entdeckt, die als „niedere Pilze" eine geradezu fabelhafte Thätigkeit entfalten und alle andern Organismen: Pflanzen, Thiere und Menschen — jederzeit belagern, unter gewissen Umständen in sie eindringen, sie krank machen und gar oft auch vernichten.

Eine der ältesten Entdeckungen dieser Art ist die richtige Erkenntniß der Ursache unserer Kartoffel-Krankheit. Es ist ja heute allbekannt, daß die Kartoffel-Krankheit durch einen schimmelartigen Pilz veranlaßt wird, dessen Lebensweise und Fortpflanzung nur mit Hülfe des Mikroskops erforscht werden konnte. Ebenso besteht die Schimmelkrankheit der Weinrebe, welche vor wenigen Jahren die sämmtlichen Weinpflanzungen auf Madeira zu Grunde richtete und seither in den verschiedenen Ländern Europa's alljährlich große Verheerungen veranlaßt, nur in dem Schmarotzerthum eines die Weinrebe befallenden Schimmelpilzes, dessen Sporen (Samen) zu Hunderttausenden und Millionen auf einem einzigen Rebenblatte entstehen und vom Windhauch fortgetragen werden können, um neuerdings Dutzende von Reben anzustecken. Ein Gleiches gilt vom Getreiderost, dem Weizenbrand, dem stinkenden Brand der Gerste, dem Mutterkorn des Roggens und von den Krankheiten einer großen Zahl von wildwachsenden Pflanzen.

Jene auf lebenden Pflanzen schmarotzenden Pilze sind zwar klein und unscheinbar, weßhalb man sie bis in die neuere Zeit meistenorts ganz ignorirte; nichts destoweniger gehören sie zu den revolutionärsten Lebewesen. Ebenso gewiß, als sie heute im Stande sind, die Ernte des Landmanns und die Reben des Weinbauern zu vernichten, den National-Wohlstand zu ruiniren und einen ungeheuern Einfluß auf die Geburts- und Sterbestatistik auszuüben, ebenso gewiß sind es winzige Schimmelpilze gewesen, welche in vorhistorischen Zeiten ganze Pflanzengruppen ein für allemal vom Erdboden verschwinden machten.

Wir haben aber gesagt, daß nicht allein die Pflanzen, sondern auch die Thiere und wir Menschen fortwährend von der Einwanderung niedriger Pilze in unsern gesunden Körper bedroht sind. In der That besteht für den Forscher und den Arzt heute kein Zweifel mehr, daß niedere Pilze es sind, welche ebenso gewiß eine Menge ansteckender Krankheiten bei Thieren und Menschen verursachen, ebenso gewiß als während der letzten Jahrzehnte verschiedene Städte und Gegenden von der gefürchteten Trichinose heimgesucht wurden, jener Epidemie, die einzig und allein auf der beim Fleischgenuß stattgehabten Einwanderung mikroskopisch kleiner Thiere in den menschlichen Körper beruht.

Der erste Schritt zur Hebung eines Uebels ist die richtige Erkenntniß des Uebels selber und die Erforschung seiner Ursache. Es leuchtet ein, daß man dem „Bösen" erst dann mit Erfolg auf den Leib rücken kann, wenn man seine Ursachen erkannt hat. An den Trichinen sind während der früheren Jahrhunderte ganz gewiß eine Menge von Menschen erkrankt und gestorben, bei denen alle ärztliche Weisheit zu Schanden wurde. In jenen Zeiten, da man derlei Epidemien lieber den Juden zuschrieb, welche die Brunnen vergiftet haben sollten, als daß man sich genauer mit der Untersuchung lebender und todter, gesunder und kranker Körper befaßte, in jener „guten alten Zeit" konnte Keiner, der von einem Festmahl aufstand, wissen, ob ihm der Genuß zum Leben oder zum Tod gedeihen werde, da man den Trichinen ruhig ihre Domäne beließ. Heute aber kann die Wissenschaft mit Zuversicht behaupten, daß bei gehörigen Vorsichtsmaßregeln, bei gewissenhafter Ausübung der Gesundheitspflege — in diesem speciellen Fall: bei strenger Fleischschau — die Trichinose für alle Zeiten unmöglich ist.

Erst nach stattgehabter Entdeckung der Ursachen kann die Wissenschaft zur segenbringenden Rathgeberin, zur vertrauenswürdigen Erlöserin werden. Die Frage nach der Ursache einer Erscheinung ist daher stets die erste Frage des Weisen, der die Dinge

zu erkennen trachtet. In den vielerlei Versuchen, den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen zu erforschen, besteht die Arbeit aller Jener, die in Naturwissenschaft und Medizin als die gefeiertsten Männer muthig vorausgeeilt sind, um mit untrüglichem Erfolg am Wohl der ganzen Gesellschaft zu arbeiten.

Die Heilkunde stand schon seit Jahrtausenden vor dem Räthsel der epidemischen Krankheiten, ehe sie auf den Gedanken kam, lebende Wesen als die Ursachen und Vermittler ansteckender Krankheiten anzunehmen. Und als dieser Gedanke von einem Contagium animatum mehr und mehr an Festigkeit gewann; da war die Zeit noch nicht gekommen, um das zu finden, wovon man sich eine Ahnung gemacht hatte. Das 16. Jahrhundert suchte umsonst darnach; auch das 17. Jahrhundert fand noch keine sichtbaren lebendigen Contagien, ebensowenig das 18. Jahrhundert. Erst in den etlichen letztverflossenen Jahrzehnten ist es endlich gelungen, Contagia animata zu entdecken.

Man hat die Ursache der meisten ansteckenden Krankheiten, wie Typhus, Cholera, Pocken, Scharlach, Gelbfieber, Diphtherie, Hospital-Brand, Rotzkrankheit, Milzbrand, Lungenseuche u. s. w. nicht umsonst in der Einwanderung und in der zerstörenden Vermehrung mikroskopisch kleiner Pilze gesucht. In vielen Fällen wurden diese kleinen Zerstörer durch die wissenschaftliche Untersuchung, durch das Experiment und die sorgfältigste Beobachtung geradezu auf der That ertappt.

Es leuchtet ein, daß seit der Entdeckung des ersten sichtbar gewordenen Contagiums, das sich als mikroskopisches Pilzchen von äußerster Kleinheit zu erkennen gab, das Interesse an diesen Lebenszerstörern von Tag zu Tag in immer weitern Kreisen zunahm. Die gewiegtesten und bewährtesten Forscher, Aerzte und Botaniker, concentrirten ihre ganze Arbeitskraft auf die Durchforschung dieser niedrigsten Lebewesen, welche seit den ältesten Zeiten so häufig decimirend, Verderben und Tod verbreitend in das Gemeinleben der Völker eingegriffen haben. Mit Todesverachtung treten diese Forscher in die verpesteten Krankensäle und an den „vergifteten" Leichnam, um für die Wissenschaft neue Entdeckungen über das Wesen der Ansteckungsstoffe zu gewinnen. Mit Wehmuth gedenken wir hier beispielsweise des jungen vielversprechenden Arztes O b e r m e i e r, der glücklich das lebendige Contagium des Rückfall-Typhus erforscht hatte, als eine Cholera-Epidemie seinen Wissensdrang neuerdings anfachte, bis er sich hinreißen ließ, auch den Pilz dieser Krankheit zu suchen. Der brave Mann hat redlich gesucht: freilich den Cholera-Pilz hat er nicht gefunden, wohl aber den Tod. Die Epidemie ergriff ihn selber, für ihn ein verschleiertes Bild zu Saïs, das den ungestümen Drang nach Erkenntniß und Wahrheit mit dem Leben bestrafte.

Ehe wir an die genauere Besprechung einiger der interessantesten und lehrreichsten Fälle aus dem Gebiete der niedern Pilze herantreten, haben wir erst unsere Aufgabe genauer zu präcisiren. Die n i e d e r n P i l z e umfassen Organismen von manigfaltiger Form und Lebensweise, weßhalb man sie in drei verschiedene Gruppen zusammenstellt.

Die e r s t e K a t e g o r i e umfaßt die S c h i m m e l p i l z e: feinfädige Gebilde, von denen der Brodschimmel wohl allen Hausfrauen als unwillkommener Eindringling und verwünschter Bewohner des Speiseschrankes bekannt ist; denn in gewissen Entwicklungsstadien sind diese Pilze ja schon dem unbewaffneten Auge sichtbar. Sie zerstören langsam die pflanzlichen und thierischen Stoffe, von denen sie sich ernähren; unter ihrem Einfluß

„fault" das Obst und „vermodert" das Holz. Glücklicherweise haben die Schimmelpilze mit unsern gefürchtetsten ansteckenden Krankheiten keine Gemeinschaft.

Die zweite Kategorie niederer Pilze umfaßt die Gärungspilze von Wein, Bier, Apfelmost u. s. w. Sie bestehen aus kugeligen bis länglichen Bläschen oder „Zellen", welche sich dadurch fortpflanzen, daß an der Oberfläche der kugeligen oder eiförmigen Zelle warzenartige Erhebungen entstehen, die in kurzer Zeit die Größe und Gestalt der Mutterzelle annehmen, und als sogenannte „Sproßzellen" sich ablösen oder längere Zeit zu mehreren in Zusammenhang bleiben, wobei sich die Sproßbildung im einen und andern Falle an jeder Zelle wiederholt. Diese Sproßpilze sind die Ursache der Trübung gärender zuckerhaltiger Flüssigkeiten; sie zerlegen den Zucker in Weingeist und Kohlensäure (Alkohol-Gärung) und führen sehr wahrscheinlich den Weingeist in Essigsäure über. Auch diese Pilze sind für den menschlichen und thierischen Organismus gänzlich ungefährlich. Obschon wir in jedem Glas gärenden Traubenmostes Milliarden solcher lebendiger Pilzchen verschlucken, sind wir doch vor jeder gefahrbringenden Wirkung derselben sicher und mit den ansteckenden Krankheiten haben diese Gärungs-Erreger keinerlei Gemeinschaft.

Die dritte Kategorie niederer Pilze umfaßt die Fäulnißhefezellen, die sogenannten Spaltpilze (Schizomycetes). Hieher gehören alle Fäulniß-Erreger und die gefürchtetsten Contagien und Miasmen. Auf diese kleinsten aller bekannten Organismen hat sich in neuester Zeit das Interesse nicht allein der bedeutendsten Botaniker, sondern auch der hervorragendsten Mediciner, sowie der Sanitätsbehörden und gebildeten Laien concentrirt. Und kein anderes Forschungsgebiet der lebenden Natur hat während der letzten Jahre so eminent wichtige Entdeckungen und Untersuchungsresultate zu verzeichnen, wie das Gebiet der Spaltpilz-Kunde oder Schizomycologie. Dieser Umstand diene als Erklärungsgrund, warum wir unser „Illustrirtes Pflanzen-Leben" gerade mit den „niedern Pilzen", ganz farblosen, unästhetischen und höchst unscheinbaren Gebilden, beginnen.

Um dem Vorstellungsvermögen unserer Leser zu Hülfe zu kommen, haben wir auf zwei Tafeln eine Reihe von Figuren zusammengestellt, von denen diejenigen der I. Tafel uns mit den wichtigsten Typen der Spaltpilze überhaupt, die Figuren der II. Tafel uns dagegen mit der ganzen Entwicklungsgeschichte eines der gefährlichsten Ansteckungspilze bekannt machen.

Wie alle übrigen Pflanzen, so bestehen auch die Spaltpilze aus einzelnen oder zu mehreren beisammenliegenden Zellen. Sie sind also bald einzellig, bald mehrzellig. In letzterem Falle stellen sie unverzweigte Fäden oder Stäbchen dar, die aus einer Reihe von mehreren bis sehr vielen Zellen bestehen. Diese Fäden leben entweder frei oder verfilzt oder zu Schleimklümpchen oder Bündeln vereinigt. Die einzelligen Spaltpilze haben meistens eine kugelige oder eiförmige Gestalt, wie wir dies in den Figuren V, VI und VII der I. Tafel dargestellt haben. Häufig bleiben solche kugelige Zellen während ihrer Vermehrung längere Zeit miteinander verbunden und stellen dann kettenförmige Reihen dar, Fig. V. Taf. I.

Die gewöhnliche Vermehrung der Spaltpilze beruht auf Zweitheilung, was Anlaß zu ihrer Benennung gegeben hat. Hat nämlich ein Individuum, das eine einzige

kugelige oder eiförmige Zelle darstellt, eine gewisse Größe erreicht, so theilt es sich durch eine Einschnürung in zwei gleichwerthige Hälften, welche ihrerseits selbst wieder zur Größe der Mutterzelle heranwachsen und sich dann ebenso theilen. Dieser Vorgang ist am besten in den Figuren V und VI der I. Tafel illustrirt. Erfolgt die Theilung immer in gleichem Sinne, so resultiren häufig lange Zellreihen, indem die Tochterzellen nach der Theilung noch längere Zeit vereinigt bleiben. Es können aber die Theilungen auch in zwei verschiedenen, senkrecht auf einander stehenden Richtungen erfolgen, wobei die Tochterzellen in eine Fläche, also tafelförmig angeordnet erscheinen. Endlich erfolgt die Theilung auch in allen drei Richtungen des Raumes; dann entstehen bald regelmäßige, bald unregelmäßige Zellhaufen.

Bei keinem Spaltpilz ist bis jetzt geschlechtliche Fortpflanzung entdeckt worden; dagegen wurde vielfach die Bildung von Fortpflanzungszellen beobachtet, die man „Dauersporen" oder schlechtweg „Sporen" genannt hat. Dabei zieht sich der Inhalt einer Spaltpilzzelle (oder wohl auch von mehreren benachbarten Zellen) in ein kugeliges oder eiförmiges Gebilde zusammen, das alle übrigen Theile der Mutterzelle überdauert und durch den Zerfall der letztern in Freiheit gelangt. Ein hübsches Beispiel dieser Art von Fortpflanzung bietet uns der Milzbrandpilz, dem wir die II. Tafel gewidmet haben, woselbst in Fig. VII ein langer Faden mit zahlreichen Sporen dargestellt ist.

Sehr viele Spaltpilze zeigen in dünnflüssigen Nährsubstanzen eine lebhafte, charakteristische Bewegung, durch welche sie sich alsbald von todten organischen Partikelchen unterscheiden, von denen sie im ruhenden Zustand nur schwer zu unterscheiden sind. In neuester Zeit sind bei manchen beweglichen Spaltpilzformen Flimmergeißeln als Bewegungsorgane entdeckt worden. Es gelang dies hauptsächlich durch die Anwendung der Photographie auf die Untersuchung dieser kleinsten Organismen; denn es hat sich gezeigt, daß die vom Photographen präparirte Glasplatte weit eher geeignet ist, das Bild eines äußerst feinen Striches aufzunehmen, als es die Netzhaut unseres Auges zu thun vermag; denn an photographischen Bildern verschiedener Spaltpilze entdeckte man die Flimmergeißeln einzelner Pilzchen sehr leicht, die man umsonst unter dem Mikroskop wahrzunehmen versuchte.

Die Gestalt der Spaltpilze ist, wie bereits oben angedeutet wurde, eine ziemlich manigfaltige. Wir können sie — wie Nägeli vorgeschlagen hat — mit Rücksicht auf ihre Formen in zwei Gruppen theilen.

1. Kugel-Pilze oder Micrococcus-Formen, kugelige oder eirunde Zellen, scharf gegen einander abgegrenzt, jede ein selbständiges Individuum darstellend, häufig in gallertigen Colonien, Flocken oder Haufen beisammenliegend. Sie finden sich häufig in zahlloser Menge an der Oberfläche feuchter, abgestorbener organischer Körper, wo sie Gallerthäutchen oder schleimige Ueberzüge bilden. In Fig. VI Taf. I. haben wir ein Fragment von dem feinen Gallerthäutchen abgebildet, das an der Oberfläche faulenden Wassers, in welchem abgestorbene Algen in Zersetzung übergingen, sich bildete. Das ganze Häutchen bestand aus zahlreichen reihenartig angeordneten Kugelpilzchen (Micrococcus), die in einer farblosen Gallerte lagen und — wie wir oben schon aus-

einandersetzten — durch wiederholte Zweitheilung sich vermehrten. Zu den Kugelpilzen gehört auch der Spalt-Pilz des Blutwunders oder der blutenden Hostien, den schon Ehrenberg kannte und mit dem Namen Monas prodigiosa belegte, während Cohn den Namen Micrococcus prodigiosus vorschlägt. Wir haben diesen Wunderpilz in Fig. VII der I. Tafel dargestellt.

Die in Fig. V Taf. I dargestellten kettenförmig angeordneten Kugelpilze stammen aus faulendem Blut. Die einzelnen Zellen sind kugelig oder eiförmig. Beim Wachsen strecken sie sich in die Länge, erhalten in der Mitte senkrecht auf ihre Längsaxe eine gürtelförmige Einschnürung, worauf alsbald eine Zweitheilung (Spalten in zwei Tochterzellen) erfolgt, wie wir dies an den Doppelgliedern dieser Kette sehen. Letztere ist ohne Zweifel aus einem einzigen Kugelpilzchen durch wiederholte Zweitheilung entstanden.

2. Stäbchen-Pilze oder Bacterien. Die einzelnen Individuen sind langgestreckt, stäbchenförmig, in der Regel mit Ortsbewegung begabt. Hübsche Beispiele dieser Art bieten uns die Figuren I und II von Tafel I. Die Stäbchen-Pilze von Fig. I gehören zu den ersten, welche im Blut von Leichen auftreten. Um ihre relative Größe anzudeuten, habe ich in Fig. I außer den 6 kürzeren und längeren Bacterien auch drei Blutkörperchen (jene drei größern scheibenförmigen Gebilde) dargestellt, die bekanntlich die Träger des rothen Blutfarbstoffes sind und stets ihre gesetzmäßige Größe haben. An den stäbchenförmigen Spaltpilzen dieser Figur fallen sofort die Einschnürungen auf, welche den Beginn der sich wiederholenden Vermehrung durch Zweitheilung charakterisiren.

Aehnliche Stäbchenpilze treten regelmäßig in jeder faulenden Pflanzen-Infusion auf. Lassen wir Heu oder Gras längere Zeit in einem Gefäß mit Wasser stehen, so tritt in wenigen Tagen eine Trübung des Wassers ein. Bringen wir einen Tropfen des letztern unter das Mikroskop und wenden wir unsere stärksten Linsensysteme an, so bemerken wir in dem Tropfen faulender Flüssigkeit zahllose stäbchenförmige Spaltpilze, die lebhafte Bewegung zeigen und nach genauerer Untersuchung mit Flimmergeißeln ausgestattet sind, mit denen sie fortwährend die Flüssigkeit peitschen und dadurch sich selbst in eine active Bewegung versetzen. Wir haben drei solcher Stäbchenpilze mit Flimmergeißeln in Fig. II Taf. I. dargestellt. Sie stammen von der Oberfläche eines faulenden Pflanzen-Aufgusses. Die gemeinste und weitverbreitetste Form von Stäbchenpilzen erhielt den Namen Bacterium Termo. Es sind cylindrische Stäbchen, 2 bis 3 Mikromillimeter (0,002—0,003 Mm.) lang; ihre Dicke beträgt 1/4 bis 1/5 dieser Länge. Die Bewegung, welche die Stäbchen im freien Zustande zeigen, ist für die ganze Gruppe dieser Spaltpilzformen typisch: „Die Stäbchen drehen sich um ihre Längsaxe und schwimmen vorwärts, dann wieder, ohne umzukehren, ein Stück zurück, oder sie fahren auch in Bogenlinien durch die Nährflüssigkeit, in der Regel nicht sehr schnell, gleichsam zitternd oder wackelnd, doch auch in plötzlichem Sprunge raketenartig dahinschießend, bald um die Queraxe gedreht, wie der Griff eines Bohrers, oft blitzschnell wie ein Kreisel, dann wieder längere Zeit ruhend, um plötzlich auf und davon zu fahren."

Nach den mehrjährigen, durchaus zuverlässigen Beobachtungen Nägeli's, dem die Wissenschaft der niedern Pilze die werthvollsten Forschungsresultate verdankt, sind alle längeren Stäbchenpilze mehrzellig. Die einzelnen Zellen, welche das Stäbchen zusammensetzen, sind etwas länger als dick, kurz cylindrisch. Wenn viele solcher Zellen bei fortgesetztem Wachsen und Theilen in Zusammenhang bleiben, so erscheinen die Stäbchen stark verlängert, fadenförmig. Die Fäden sind entweder gerade — Cohn nennt sie in diesem Falle Bacillen — oder sie sind wellenförmig gebogen, für welche Formen der gleiche Forscher den Ausdruck Vibrionen vorgeschlagen hat. Auf unserer II. Tafel, wo wir den Milzbrandpilz darstellten, sehen wir alle möglichen Uebergänge von stäbchenförmigen zu fadenförmigen Bacterien. Die eine Form kann also in die andere übergehen, weßhalb den vorgeschlagenen Namen „Bacterium, Bacillus, Vibrio" etc. nicht die wissenschaftliche Bedeutung von pflanzlichen Art-Namen zukommt.

Manchmal stellen solche fadenförmigen Bacterien schraubig gewundene, korkzieherartige Fäden dar, die sich um ihre Längsaxe drehen und lebhaft vor- und rückwärts bewegen. Bei manchen Formen sind an beiden Enden Flimmergeißeln als Bewegungsorgane entdeckt worden, so bei den in Fig. IV, Taf. I dargestellten Schrauben-Bacterien, die ebenfalls fast in allen faulenden Pflanzen-Aufgüssen angetroffen werden. Sehr gemein ist die unter dem Namen Spirillum Undula beschriebene Form, die wir in Masse an der Oberfläche von faulendem Bach- und Flußwasser antreffen, in welchem todte Algen dem Zerfall unterliegen. Diese Spirillen sind relativ groß, starr, nicht beugsam und zeigen meist nur wenige Spiralbiegungen, Spirillum Undala blos 1 – 3 Spiralumgänge.

Zu den spiralig gekrümmten Faden-Bacterien gehört auch der Pilz des Rückfall-Typhus (Febris recurrens), den der brave Obermeier Ende der sechsziger Jahre im Blut der Patienten genannter Epidemie entdeckte. Ferdinand Cohn, Prof. der Botanik in Breslau, nannte diesen gefährlichen Missethäter unter den Spaltpilzen zu Ehren des später an der Cholera verstorbenen Entdeckers: Spirochaete Obermeieri, dem wir Fig. III der I. Tafel gewidmet haben. Zum Verständniß des Zusammenhanges zwischen diesem Pilz und der mit dem Ausdruck „Febris recurrens" belegten Epidemie in Kürze Folgendes:

Das recurrirende Fieber, von manchen Aerzten auch als eine Art von Hungertyphus aufgefaßt, ist eine epidemische Krankheit, von welcher in der Regel alle Bewohner einer Stube nach einander befallen werden. Die Ansteckung geschieht ohne Zweifel durch persönlichen Verkehr, wird also durch ein Contagium vermittelt und verbreitet. Die Krankheit zeichnet sich durch eine 6 bis 7 Tage dauernde Fieberzeit aus, auf welche eine fieberfreie Pause von ca. 8 Tagen folgt; dann tritt ein zweiter, fünf Tage andauernder Fieberanfall ein; in seltenern Fällen erfolgt nach abermaliger Pause ein dritter Anfall, wohl auch ein vierter und fünfter Rückfall. Nun ist es gewiß eine vielbedeutende Thatsache, daß der Spaltpilz des Rückfall-Typhus im Blut der Patienten nur während der Fieber, nicht aber während der fieberfreien Pausen (Remissionen) angetroffen wird. Allerdings werden die spiraligen Pilzfäden mitunter erst 24 Stunden und selbst zwei bis drei Tage nach dem Anfang der Temperatur-Steigerung wahrgenommen. In manchen Fällen können sie wegen ihrer Zartheit und raschen Undulation leicht übersehen werden; oft wird man erst durch die Ortsveränderungen der Blutkörperchen (in

unserer Fig. III die scheibenförmigen Gebilde), die sie in Bewegung setzen, auf sie aufmerksam gemacht. In der Leiche sind — nach den Mittheilungen Cohn's — die Schraubenfäden nicht zu finden. Nach Engel muß man die Zahl dieser Schrauben-bacterien im Blut von Recurrens-Kranken während der Fieber nach Milliarden schätzen.

„Die Schraubenwindungen der Fäden sind unveränderlich, durchaus gleichförmig in den verschiedenen Exemplaren. Dagegen ist die Länge der Fäden nicht constant. Obermeier, der Entdecker dieses Contagiums, bestimmte sie zu $1^1/_2$ bis 6, Engel bis zur 26fachen Länge des Durchmessers der Blutkörperchen." Sie zeigen außer ihrer Ortsveränderung Undulationen, die über die Fadenlänge wellig hinlaufen und sie im Gegensatz zu der steifen Schraubenform der Spirillen scharf kennzeichnen. — Sie vermögen sich sogar ringförmig zusammen zu rollen und zeigen, abgesehen von den regelmäßigen Spiralkrümmungen, oft ganz wurmartige Bewegungen.

Die angeführten Thatsachen führen zu dem Schluß, daß das Contagium des recurrirenden Fiebers nichts Anderes sein kann, als eben jene schraubenförmigen Spaltpilze, Spirochaete Obermeieri, welche mit dem Fieber in großer Anzahl auftreten, nach dem Fieber wieder verschwinden. Selbstverständlich ist noch mancher dunkle Punkt aufzuhellen, ehe wir über das Wesen und Treiben des Recurrens-Pilzes genügend unterrichtet sind. Hieher gehört auch die Frage, ob eine verwandte Spaltpilzform, die Spirochaete des Zahnschleimes, in einer verwandtschaftlichen Beziehung zur Spirochaete des Rückfall-Typhus stehe. Dr. Koch hat nämlich konstatirt, daß ganz ähnliche Spiral-fäden als regelmäßige Bewohner der menschlichen Mundhöhle, z. B. im Inhalt von „faulenden", kariösen Zähnen, sowie in dem Schleim, der sich am Grund der Backen-zähne und zwischen den Zähnen überhaupt ansammelt, auftreten. Auch sind ähnliche Spiralfäden in Sumpfwasser beobachtet worden. Ich selbst habe bei der Cultur einer Faden-Alge (Ulothrix zonata), die ich monatelang in einem Porzellanteller züchtete und immer mit filtrirtem Wasser des Zürichsee's speiste, wiederholt solche flexile, lang-gestreckte Spiralfäden beobachtet, die in Form, Größe und Beweglichkeit mit den in Fig. III dargestellten übereinstimmen.

Wahrscheinlich besitzen auch diese zarten, farblosen Spaltpilze des Rückfalltyphus, der menschlichen Mundhöhle und diejenigen des Sumpf- und Seewassers ganz ähnlich wie Spirillum Undula (Fig. IV) Flimmergeißeln als Bewegungs-Organe.

Ehe wir an die Darstellung der Entwicklungsgeschichte eines andern Krankheits-pilzes, des in Taf. II zur Anschauung gebrachten Milzbrandpilzes herantreten, seien hier erst einige allgemeine Bemerkungen über Farbe, Größe, Vermehrungskraft, Ver-breitung und physiologisches Verhalten der Spaltpilze überhaupt niedergelegt.

Die meisten Spaltpilze sind farblos, nur wenige Formen vermögen Farbstoffe zu bilden. Es gehören hieher die Spaltpilze der „blutenden Hostien", von denen wir schon oben gesprochen haben (Fig. VII. Taf. I.). Schon wiederholt hatten wir Ge-legenheit, mit diesen wunderlichen Gebilden in Berührung zu kommen, zum ersten Mal im Sommer 1876, wo wir auf einem mehrere Tage im Speiseschrank gestandenen Rest von gekochtem Kohl zu unserm größten Erstaunen blutrothe Schleimtropfen wahrnahmen, die sich unter dem Mikroskop in Millionen kleiner Kugelpilzchen auflösten und von uns beliebig auf andere feuchte Substanzen verpflanzt werden konnten. Nichts ist begreiflicher als

die Entstehung des Wunderglaubens von blutendem Brod und blutenden Hostien, die da und dort gelegentlich über Nacht so täuschend mit „Blutflecken" behaftet werden. Wir haben uns durch das Experiment, durch Cultur-Versuche davon überzeugt, daß jene „Blutflecken" sich sehr leicht auf feuchte Oblaten, Brod und dicken Kleister verpflanzen, respektive hier sich hervorzaubern lassen, sobald wir mit einer feinen Nadelspitze auch nur die leiseste Spur lebender Hostien-Pilze auf die genannten feuchten Gegenstände übertragen und dafür sorgen, daß die inficirten Körper bei schwüler Sommer-Temperatur feucht erhalten bleiben. Solchermaßen „geimpfte" Oblaten zeigen schon nach 12—24 Stunden die prächtigsten „Blutflecken." Das Wunder ist vollendet, aber auch sehr natürlich zu erklären. Die kleinen Kugelpilzchen, die unter dem Namen Micrococcus prodigiosus in die Wissenschaft eingeführt sind, vermehren sich ungeheuer rasch. Da, wo man am Abend mit unbewaffnetem Auge nichts Rothes wahrnimmt, liegen am Morgen schon Millionen rother Kugelpilzchen, die nur in ihrer Gesammtheit als rothe Schleimflecken für das unbewaffnete Auge sichtbar sind. Und tauchen wir abermals die Spitze einer Nadel in einen dieser neuen Schleimtropfen, so sind wir im Stande, mit derselben Nadel wieder 10 andere feuchte Oblaten zu inficiren, ohne daß dabei in den ersten Stunden etwas Verdächtiges bemerkbar ist.

Nach Cohn sind es dieselben rothen Micrococcus-Formen, welche nicht selten die Ursache zum Rothwerden der Milch abgeben.

Während die Schimmelpilze und die Wein- und Bierhefezellen noch so groß sind, daß sie unter dem Mikroskop sehr leicht erkannt und selbst dem Ungeübten sehr leicht zur Anschauung gebracht werden können, ist die Größe der Spaltpilze eine so unbedeutende, minime, daß von den kleinsten Formen nicht weniger als 2000 Exemplare neben einander gereiht werden können, um die Länge eines Millimeters zu decken, mit andern Worten: auf die Länge eines Meters können 2,000,000 der kleinsten Spaltpilze in einer Reihe aufgetragen werden.

Nach Nägeli haben die *größeren* Spaltpilzzellen einen Durchmesser von $\frac{1}{500}$ Millimeter, einen Körperinhalt von $\frac{1}{250,000,000}$ Kubikmillimeter, und ein Gewicht von $\frac{1}{250,000,000}$ Milligramm. Ihr Wassergehalt ist durch Versuche nicht ermittelt, er muß in Uebereinstimmung mit den Hefezellen und andern Pflanzenzellen ebenfalls auf etwa 80, mindestens auf 75% angenommen werden. Somit beträgt das Gewicht eines dieser größeren Spaltpilzchen im lufttrockenem Zustand nicht über $\frac{1}{800,000,000}$ Milligramm, das Volumen etwas weniger als ebenso viele Kubikmillimeter. Bei den *kleinern* Spaltpilzen sinkt der Durchmesser sogar unter $\frac{1}{2000}$ Millimeter, läßt sich aber aus optischen Gründen nicht mehr genau schätzen. Körperinhalt und Gewicht belaufen sich bei den kleinern Spaltpilzen auf weniger als $\frac{1}{10,000,000,000}$ Kubikmillimeter und ebensoviele Milligramm, *im lufttrockenen Zustande* auf weniger als $\frac{1}{30,000,000,000}$ Kubikmillimeter und Milligramm, so daß also von den *kleinsten trockenen Spaltpilzen mehr als dreißig Billionen erforderlich sind, um das Gewicht von 1 Gramm voll zu machen.*

Der Leser wird sich von der Kleinheit dieser Organismen leichter einen Begriff machen, wenn er bedenkt, daß unsere sämmtlichen Figuren auf Taf. I. u. II. 3000 Mal linear, oder 9,000,000 Mal in der Fläche vergrößert sind, mit andern Worten: auf jedem Raume, den irgend eines unserer Spaltpilzfigürchen einnimmt, hätten 9 Millionen der betreffenden Spaltpilzchen selbst neben einander Platz.

Aus dieser beispiellosen Kleinheit des Volumens und Gewichtes erklärt sich der Umstand, daß wir selbst in einer Atmosphäre, die von Spaltpilzen wimmelt,' mit unbewaffnetem Auge absolut Nichts wahrnehmen. Jeder Windhauch trägt sie unvermerkt über unseren Kopf weg oder aber auch: auf den Flügeln unserer eingeathmeten Luft selbst in unsere Lunge.

Wegen ihrer Kleinheit und Beweglichkeit vermögen also die Spaltpilzchen in die entlegensten und verborgensten Winkel zu gelangen. Es giebt keinen Fleck Erde, weder über noch unter dem Wasser, auf welchem nicht ebenfalls Spaltpilze angetroffen würden, sobald irgend ein anderer Organismus dort zu leben vermag. Die Spaltpilze sind für die sämmtlichen Thiere und Pflanzen unserer Erde im eigentlichsten Sinne des Wortes allgegenwärtig und die Frage von der Panspermie unserer Atmosphäre ist keine Fabel, sondern Wahrheit, nur zu oft verhängnißvolle Wahrheit; denn diese kleinsten Organismen vermögen sogar in die innersten und verborgensten Gewebe des menschlichen und thierischen, sowie des pflanzlichen Körpers einzudringen; sie können sich dort unter Umständen ernähren und vermehren, weil sie ohne freien Sauerstoff zu vegetiren im Stande sind. Alle vermögen die stärkste Sonnenhitze zu ertragen, die meisten können fast in allen Entwicklungsstadien zum Austrocknen veranlaßt werden, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüßen.

Unter günstigen Umständen ist aber ihre Vermehrungsfähigkeit eine beispiellose. Die Körperwärme des Menschen und der höhern Säugethiere ist gerade der günstigste Temperaturgrad für das energische Wachsthum und die Vermehrung der Spaltpilze. In günstiger Nährflüssigkeit vermögen sich die letztern bei 35—37° C. im Zeitraum von nur 20 Minuten auf die doppelte Zahl und das doppelte Gewicht zu vermehren.

Wir machen uns hievon einen annähernd richtigen Begriff, wenn wir die Nachkommenschaft eines einzigen Spaltpilzchens berechnen, das während 20 Stunden unter den günstigsten Verhältnissen bei Blutwärme sich progressiv folgendermaßen vermehrt: Schon am Schluß der ersten Stunde beläuft sich die Nachkommenschaft eines einzigen Pilzchens auf 8 Individuen; denn nach den ersten 20 Minuten theilt sich das eine in zwei, die nach weitern 20 Minuten in 4 Individuen zerfallen, welche hinwieder nach weitern 20 Minuten durch Theilung 8 Individuen das Dasein geben. Die Nachkommenschaft eines einzigen Pilzchens beläuft sich am Ende der zweiten Stunde auf 8 × 8 = 64 Individuen, am Ende der dritten Stunde sind es 512, am Ende der vierten Stunde 4096, am Ende der achten Stunde 4096 × 4096 = 16,777,216, am Ende der 16. Stunde 16,777,216 × 16,777,216 = 281,474,976,710,656 Individuen. Nun müssen wir erst noch diese letztere Zahl mit 4096 vervielfachen, wenn wir die Gesammtzahl der Abkömmlinge eines einzigen Pilzchens auf das Ende der zwanzigsten Stunde berechnen wollen. Dabei würden wir eine Zahl mit neunzehn Ziffern erhalten und diese Zahl wäre abermals mit 4096 zu multipliziren, wenn wir die Nachkommenschaft auf das Ende der 24ten Stunde, also auf das Ende eines einzigen Tages berechnen wollten.

Die Spaltpilze treten bei jedem Fäulnißprozeß irgend einer organischen Substanz auf. Sie versetzen die stickstoffhaltigen Substanzen in ammoniakalische Fäulniß, wobei nebst dem stechenden Ammoniakgeruch sich noch andere übelriechende Gase entwickeln; sie zerlegen auch den Zucker in Milchsäure, Buttersäure, Mannit und Gummi. Hierauf

beruht das Ranzigwerden der Butter, das sogenannte Langwerden oder Lindwerden des Weines, wobei dieser bekanntlich fadenziehend, schleimig aussieht. Endlich vermögen die Spaltpilze auch Weingeist in Essigsäure überzuführen, wobei sie die sogenannte Essigmutter bilden.

Alle die genannten Fäulniß- und Umwandlungsprozesse können nur da eintreten, wo die betreffenden niedern Pilze leben, und das Experiment hat gezeigt, „daß die Größe der Zersetzung durch die Menge der Pilze bedingt ist. Somit kann über Ursache und Wirkung kein Zweifel bestehen" (Nägeli).

Bis vor Kurzem glaubte man sicher annehmen zu müssen, daß die Spaltpilze sowohl, als auch die Sproßpilze des gärenden Weines und Bieres bei den Umsetzungsprocessen, in welche sie die gärenden und faulenden Substanzen versetzen, stickstoffhaltige Verbindungen ausscheiden, welche als Fermente wirken, ähnlich wie das Ferment im Magensaft der höhern Thiere, das sogen. Pepsin, das die aufgenommenen Nahrungsstoffe in andere chemische Verbindungen überführt, ohne selbst eine Veränderung zu erfahren. Nägeli zeigt aber in seinem neuesten Werke: „Theorie der Gärung" (München 1879), daß die niedern Pilze durchaus keinen fermentartigen Körper ausscheiden, sondern daß die Pilzzelle selbst, ihr lebendes Plasma, ähnlich wirkt, wie ein Ferment. Es empfiehlt sich daher, zwischen Ferment und Hefe zu unterscheiden. Die Hefe besteht aus lebenden Zellen, deren wichtigste Substanz, das Plasma im Stande ist, organische Substanzen zu verwandeln, ohne selbst eine Veränderung zu erfahren. Unter einem Ferment haben wir dagegen nicht-lebendige Körper, nicht organisirte Stoffe zu verstehen, die auf andere Substanzen verändernd einwirken, ohne selbst eine Umwandlung zu erfahren. Es wäre also unrichtig, in Zukunft den Ausdruck „Ferment" für Spalt- und Sproßspilze zu gebrauchen, noch davon zu reden, daß die niedern Pilze ein Ferment abscheiden.

Von höchster Wichtigkeit ist die Kenntniß der Lebensbedingungen, unter denen die niedern Pilze überhaupt und die Spaltpilze im Besonderen vorkommen.

Zu den ersten Lebensbedingungen der niedern Pilze gehört das Wasser, dessen die Sproßpilze und die Spaltpilze in viel reichlicherem Maße bedürfen, als die Schimmelpilze. Die letztern kommen bekanntlich noch auf und in solchen Substanzen vor, die nur wenig feucht sind, wie z. B. in dickflüssigen Fruchtsäften, in moderndem Holz und langsam verwesenden thierischen Körpern, während die Sproß- und Spaltpilze zu ihrer energischen Lebensthätigkeit und zur reichlichen Vermehrung durchaus ganz feuchter oder flüssiger Medien bedürfen. Nichts destoweniger vermögen die niedern Pilze auszutrocknen, ohne abzusterben, wie wir bereits oben erwähnt haben. Sie verhalten sich beim Austrocknen wie die Samen höherer Pflanzen: Die Lebensverrichtungen stehen still, alle Vorgänge chemischer Art, die in ihrer Gesammtheit das Pilzleben ausmachen, werden sistirt — die Pilze gehen in den Zustand des latenten oder schlummernden Lebens über und sie können, wie die Samen höherer Pflanzen, längere Zeit, tage-, monate-, jahre- oder jahrzehntelang in diesem Zustand verharren, ohne die Fähigkeit einzubüßen, unter günstigen Umständen wieder zu neuem Leben zu erwachen. Dieses Wiedererwachungs-Vermögen kommt auch sehr vielen höhern Pilzen zu. Wir erinnern an die vielerlei Flechten, die, als krusten-, laub- oder strauchförmige Gebilde an Mauern, Felsen und Baumrinden haftend, abwechselnd bald von atmosphärischen Niederschlägen überreichlich benetzt, bald der glühenden Sonnenhitze und dem völligen Austrocknen ausgesetzt werden,

ohne ihre Lebensfähigkeit während der Trockenstarre einzubüßen. Den Spaltpilzen kommt das Wiedererwachungsvermögen um so vollständiger zu, weil sie die kleinsten Organismen sind.

Das Wasser ist für die niedern Pilze Träger der Nährstoffe und Vermittler der chemischen Prozesse. Als eigentliche Nährstoffe, durch deren Aufnahme das Wachsen und die Vermehrung der Pilze ermöglicht wird, sind zu nennen: gewisse Mineralstoffe, welche Schwefel, Phosphor, Kali und Magnesia enthalten; sodann organische Substanzen, welche Stickstoff und Kohlenstoff enthalten. Alle Pilze sind auf organische Nährstoffe angewiesen, da ihnen die Fähigkeit abgeht, aus unorganischen Substanzen organische Verbindungen zu bilden, wie dies bei den höhern Pflanzen in den grünen Blättern unter dem Einfluß des Sonnenlichtes stattfindet.

Unter den stickstoffhaltigen Substanzen, welche zu den besten Nährstoffen der Pilze gehören, sind die eiweißartigen Verbindungen, die sich ja in allen lebenden Pflanzen- und Thierzellen finden, in erster Linie zu nennen. Derartige Stoffe finden sich bekanntlich auch in reichlicher Menge im Blut. Letzteres ist daher eine ausnehmend günstige Nährflüssigkeit für die Spaltpilze.

Im Wasser, wo die Pilze zu wenig Nährstoffe finden, gehen sie nach verhältnißmäßig kurzer Zeit durch Erschöpfung zu Grunde.

Die Schimmelpilze, sowie alle höhern Pflanzen vermögen ohne freien Sauerstoff nicht zu leben. Die Sproßpilze (Wein- und Bierhefe), sowie die Spaltpilze (Fäulnißhefe) können dagegen ohne freien Sauerstoff Gärwirkung ausüben und bei zutreffender Nahrung nicht nur wachsen, sondern sich auch vermehren.

Ein anderer sehr wichtiger Umstand ist die Thatsache, daß alle im Wasser löslichen Stoffe, die nicht zur Nahrung der niedern Pilze dienen, sowie alle im Ueberfluß vorhandenen Nährstoffe selbst auf das Leben dieser niedrigen Organismen nachtheilig wirken. Solche Stoffe heben bei einer gewissen Concentration die Gärwirkung der Pilze auf, bei noch stärkerer Concentration wird auch das Wachsthum verhindert. Auf diesem Verhalten der niedern Pilze beruht das Einpökeln und das Räuchern des Fleisches. Frisches Fleisch geht durch Spaltpilze in Fäulniß über. Entzieht man aber dem Fleisch durch Austrocknen ein gewisses Quantum Wasser, so gedeihen bloß noch Schimmelpilze; versetzt man es mit Kochsalz (Einsalzen), so wird die Nährflüssigkeit für die Pilze zu concentrirt, und kommt nun erst noch, wie dies beim Räuchern der Fall ist, Karbolsäure zum Fleisch, so ist jede pilzliche Vegetation unmöglich. Aus dem gleichen Verhalten der niedern Pilze erklärt sich der Umstand, daß stark concentrirte Fruchtsäfte (wie teigig-flüssige Syrupe und „Eingemachtes") nicht faulen und nicht schimmeln.

Wie bei allen Pflanzen, so ist die Lebens-Energie auch bei den niedern Pilzen von der Temperatur abhängig. Wir haben schon oben bei der Frage der ungeheuren Reproduktionskraft der Spaltpilze gesehen, daß letztere sich bei der Körpertemperatur höherer Thiere, 35—37 °C., am schnellsten vermehren. Mit dem Sinken der Temperatur werden die Lebensvorgänge (Wachsen und Vermehren) langsamer und hören schließlich ganz auf. Während jedoch durch Frost das Leben der niedern Pilze nie zerstört wird, sondern nur einen latenten Charakter annimmt, so vermag eine beträchtlich hohe Temperatur diese Organismen nicht allein zu lähmen, sondern auch zu vernichten. Dieser Temperaturgrad ist jedoch für die verschiedenen Pilze ein verschie-

dener, ja sogar bei demselben Pilz in verschiedenen Entwicklungsstadien und Zuständen ein ungleicher.

Ein sehr einfaches Experiment mag zur Erläuterung dienen.

Wenn wir Heu mit Wasser begießen und in einem Gefäß, z. B. in einem großen Trinkglas ca. 24 Stunden stehen lassen, so färbt sich das Wasser gelbbraun bis dunkelbraun, indem es gewisse organische Verbindungen aus dem Heu aufnimmt. Gießen wir von diesem bierähnlichen Heuaufguß einen Theil, meinetwegen die Hälfte, in einen saubern Glaskolben, den wir hernach mit einem Baumwollpfropf, der den Zutritt von Pilzkeimen aus der atmosphärischen Luft abhalten soll, verschließen, so beginnt in kurzer Zeit bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ein Fäulnißproceß; die Flüssigkeit scheidet Ammoniak- und andere Gase ab, indem gleichzeitig zahllose Spaltpilze von allen möglichen Formen eine Trübung veranlassen. Wir treffen bei genauerer Untersuchung nicht allein stäbchenförmige Spaltpilze, wie wir sie in Fig. I und II Taf. I dargestellt haben, sondern auch lebhaft bewegliche Schraubenbacterien (Spirillen, Fig. IV) und Kugelpilze, Micrococcen, Fig. V, VI und VII in den seltsamsten Gruppirungen. Nach etlichen Tagen ist die ganze Flüssigkeit ausgefault, nachdem sie die verschiedensten Spaltpilze für längere oder kürzere Zeit ernährt hat.

Nehmen wir aber die andere Hälfte des frischen Heu-Aufgusses und gießen sie ebenfalls in einen Glaskolben, der mit einem Baumwollpfropf abgeschlossen, dann aber während einer vollen Halbstunde einer Temperatur ausgesetzt wird, welche den Heuaufguß zum fortwährenden Kochen veranlaßt — und lassen wir nach halbstündigem Kochen den Heuaufguß ruhig stehen, so entwickeln sich nicht mehr vielerlei Spaltpilze, wie dort in der nichtgekochten Infusion, sondern es vermag sich bloß noch eine Form zu entwickeln, da alle übrigen Formen während des Kochens zerstört wurden. Der Spaltpilz, welcher im Heuaufguß eine volle Halbstunde lang die Siedehitze aushält, ohne beim Kochen zu Grunde zu gehen, entwickelt sich wunderbar rasch und vermehrt sich mit unglaublicher Schnelligkeit, wenn wir die gekochte Heu-Infusion einer Temperatur von 34—37° C. aussetzen. Im Verlauf von 24—36 Stunden treten alle Formen und Entwicklungsstadien des Pilzes auf, den wir in Taf. II als Milzbrandpilz dargestellt haben. Unter allen den unzähligen Formen von Spaltpilzen, die in jeder Hand voll Heu vorhanden sind und in die Heu-Infusion ihre Keime abgeben, vermag also nur eine einzige Art das halbstündige Kochen zu ertragen. Nägeli nennt diese eine Spaltpilzform schlechtweg Heu-Bacterien. Wir werden Gelegenheit haben, auf diesen eigenthümlichen Spaltpilz zurückzukommen.

Das Licht übt auf die Lebensvorgänge der niedern Pilze keinen wahrnehmbaren oder nachweisbaren Einfluß aus.

Dagegen ist es ein anderes Moment, welches im Leben der niedern Pilze eine äußerst wichtige Rolle spielt: Die An- oder Abwesenheit und die Mitwirkung von Pilzen aus andern Gruppen, welche auf ähnliche Lebensbedingungen angewiesen sind.

Nach Nägeli, dem vorragendsten Kenner niederer Pilze, wird bei letzteren der Kampf um's Dasein ebenso heftig und wie der Erfolg zeigt, mit viel energischeren Mitteln geführt, als bei den höhern Pflanzen.

Ich setze voraus, der geneigte Leser kenne die Lehre vom „Kampf um's Dasein", mag er so oder anders, als Freund oder als Feind ihr gegenüber Position genommen haben. Dieses Schlagwort, wir möchten fast sagen, dieser Schlachtruf im Kampfe zweier

diametral einander gegenüberstehenden Weltanschauungen, ist in der Gelehrtenwelt als technischer Ausdruck für eine naturhistorische Thatsache allgemein angenommen worden. Unter den Naturforschern fällt es Niemandem mehr ein, diese — alle Lebewesen angehende Thatsache zu bestreiten. „Der Kampf um's Dasein“ ist ein fait accompli, er kann auch passend mit dem Ausdruck „Wettbewerb um die Existenz“, oder, soweit er in cultivirten Ländern für menschliche Verhältnisse bezeichnet werden muß, mit dem Ausdruck „Kampf oder Wettbewerb um die bevorzugte Stellung“ belegt werden. Für die niedern Pilze könnte man den Ausdruck „Kampf um's Dasein“ in „Wettbewerb um die Ausnützung vorliegender Nährsubstanzen“ übersetzen. Lassen wir hier der ersten Autorität in der Pilzkunde, dem berühmten Experimental-Physiologen Nägeli das Wort:

„Das gleiche Gesetz (Kampf um's Dasein und Verdrängung der Schwächern durch die Stärkern) beherrscht das Gebiet der niedern Pilze. Eine Gattung, die unter bestimmten Verhältnissen ganz gut gedeiht, wird durch eine andere Gattung, die hier als die bevorzugtere erscheint, verdrängt — während die erstere unter andern Verhältnissen im Gegentheil die letztere zu verdrängen vermag. — — Wenn man in bestimmte zuckerhaltige Nährlösungen, welche neutral (d. i. weder sauer noch basisch) reagiren, Keime der drei niedern Pilzgruppen (Spaltpilze, Sproßpilze und Schimmelpilze) hineinbringt, so vermehren sich nur die Spaltpilze und bewirken Milchsäuregärung. Wenn man aber der nämlichen Nährlösung $^1/_2$ Procent Weinsäure zusetzt, so vermehren sich blos die Sproßpilze und verursachen weingeistige Gährung. Bringt man endlich in die gleiche Nährlösung 4 oder 5 Procent Weinsäure, so erhält man bloß Schimmelpilzvegetation. Wollte man aus diesen Thatsachen, die jedesmal mit vollkommener Sicherheit eintreten, den Schluß ziehen, $^1/_2$ Procent Säure verhindere die Spaltpilze, 4—5 Procent Säure verhindere die Sproßpilze zu wachsen und sich zu vermehren, so wäre dies ganz falsch. Denn was z. B. die Spaltpilze betrifft, so vermehren sich dieselben in der nämlichen Nährlösung selbst mit $1^1/_2$ Procent Weinsäure lebhaft, wenn sie nicht von der Sproßhefe verdrängt werden.“

Nägeli führt ein zweites, uns noch viel näher liegendes Beispiel an: Läßt man frischen Traubensaft offen stehen, so fallen alle möglichen Pilzkeime hinein; es vermehren sich aber nur die Sproßpilze (Hefezellen) und der Traubensaft wird in Wein verwandelt. Nun hört die Vermehrung der Sproßpilze auf und andere Keime, die bisher nicht wachsthumsfähig waren, entwickeln sich; es tritt eine Kahmhaut an der Oberfläche auf, welche den Weingeist zu Essigsäure verbrennt. Ist der Wein zu Essig geworden, so beginnt Schimmelbildung; die Kahmhaut verschwindet und es tritt die Schimmeldecke an deren Stelle. Dabei wird die Essigsäure aufgezehrt und die Flüssigkeit wird neutral. Nun kommen die Spaltpilze an die Reihe; bald wimmelt es von ihnen und es erfolgt die Fäulniß. — Hiebei folgen also vier Stadien von Pilzbildung auf einander. In jedem Stadium wächst und vermehrt sich nur Eine Gattung, obgleich zu jeder Zeit die äußeren Bedingungen derart sind, daß sie das Gedeihen aller übrigen erlauben. Dabei ist wohl zu beachten, daß diese verschiedenen Pilzgruppen selbstständige Gattungen sind, daß keineswegs die eine der vier Pilzformen von der vorhergehenden abstammt. So ist noch niemals beobachtet worden, daß Spaltpilze aus Schimmelpilzen und umgekehrt Schimmelpilze aus Spaltpilzen hervorgehen können.

Die Stärke in der Lebens-Energie der verschiedenen concurrirenden Pilzformen gibt in diesem „Kampf um's Dasein" den Ausschlag. Man kann in jedem Stadium den natürlichen Proceß verändern und jeden beliebigen Pilz wachsen lassen, wenn man nach Tödtung aller Pilze ihn allein aussäet. Für jede Nährlösung und jede Combination äußerer Bedingungen gibt es unter den versch iedenen möglichen Pilzformen immer eine, die im Vergleich zu allen übrigen am günstigsten ausgestattet und daher am meisten befähiget ist, unter den gegebenen Verhältnissen sich rasch zu vermehren. So lange die Verhältnisse sich gleich bleiben, wird diese eine Pilzform die Siegerin sein. Sobald die Verhältnisse sich verändern, wird eine andere Form die stärkste werden und die erstere verdrängen.

Den niedern Pilzen allein kommt auch das sonderbare Verhalten zu, daß der Sieg im Kampf mit andern Pilzformen sehr oft von der Anzahl der Individuen abhängig ist, welche bei der Concurrenz betheiliget sind und zwar in dem Sinne, daß diejenige Gattung im Vortheil ist, welche von Anfang an in größerer Individuenzahl vertreten ist. Ein Beispiel: In einer neutralen zuckerhaltigen Nährlösung, in welche man nur wenige Sproß- und Spaltpilze gebracht hat, entwickeln sich rasch so viele Spaltpilze, daß die Sproßpilze gar nicht aufkommen. Bringt man aber in die gleiche Nährlösung von Anfang an neben wenigen Spaltpilzen viele Sproßpilze, so tragen die letzteren über die erstern den Sieg davon.

Damit haben wir in kurzen Zügen die äußern Lebensbedingungen für die niedern Pilze besprochen. Alle die angeführten Verhältnisse sind für das Verständniß der verschiedenen Erscheinungen auf dem Gebiete der Infektionskrankheiten ungemein lehrreich. Die Kenntniß dieser durch die exakte Forschung bloßgelegten Thatsachen bildet die Unterlage der in den weitesten Kreisen Aufsehen erregenden und heute so lebhaft debattirten Nägeli'schen Lehre von den niedern Pilzen und ihren Beziehungen zu den Infektions-Krankheiten und der Gesundheitspflege, die der genannte Forscher unter diesem Titel neulich publizirt hat.*)

Die Theorie von Nägeli, der als bewährtester Pflanzen-Physiologe nun schon ein ganzes Jahrzehnt über der Erforschung der Gärungs- und Fäulnißpilze arbeitet und bekanntlich seine exakten Untersuchungs-Resultate durch die Verwendung neuer Methoden des Conservirens von saftigen Früchten und Milch in die Praxis übersetzt hat, greift tief in das Gemeinleben und die Volkswohlfahrt ein. Sie ist dazu angethan, einen Zweig der öffentlichen Gesundheitspflege in ganz andere Bahnen zu lenken und an Stellen, die bisher allem menschlichen Witz hartnäckig Trotz boten, alte Uebel an der Wurzel zu fassen. Der kräftige Anstoß zu einem segenbringenden Fortschritt in der Bewältigung großer Epidemien ist gegeben: eine namhafte Zahl tüchtiger Forscher und Aerzte ist gegenwärtig damit beschäftiget, im Sinne Nägeli's nach seiner Methode weiter zu arbeiten. Wir dürfen nicht an dieser Zeiterscheinung vorübergehen, ohne der Nägeli'schen Theorie eine genauere Betrachtung zu widmen. Ehe wir aber an diesen Theil unserer Aufgabe herantreten, geben wir in der Folge zunächst noch das illustrirte Bild vom **Milzbrand-Pilz** — **Bacterium Anthracis.** (Taf. II)

---

*) Nägeli. Die niedern Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten und der Gesundheitspflege. München 1877.



Die vorstehende Tafel I, im Wesentlichen das 16 Mal verkleinerte Bild einer Tafel unseres „Anatomisch-physiologischen Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen“ gibt in Fig. III, wie oben beschrieben, das Bild des Pilzes vom Rückfalltyphus. Leider ist dieser Spaltpilz noch keineswegs vollständig erforscht, so daß wir heute nicht im Falle sind, seinen ganzen Lebenslauf in vollständig befriedigender Weise zu schildern. Dagegen waren wir bei der Herstellung unseres genannten botanischen Tafelwerkes in der günstigen Lage, die ganze Entwicklungs-geschichte eines andern Infektionspilzes in den Hauptzügen darzustellen auf einer Tafel, die im „Atlas der Botanik“ die Unterschrift: „Bacterium Anthracis“ trägt. Von dieser Tafel haben wir eine 16 Mal verkleinerte Copie angefertigt und sie als Taf. II unserem „Illustr. Pflanzenleben“ vorgesetzt. Unsere Leser werden es uns Dank wissen wenn wir die Darstellung des Milzbrandpilzes hier in Wort und Bild an diejenige anlehnen, die wir in unserm Werk für Hoch- und Mittelschulen gewählt haben.

Von allen Spaltpilzen, welche die Fäulniß organischer Substanzen oder die Uebertragung epidemischer oder sogen. Infektions-Krankheiten vermitteln, ist keiner besser erforscht, als derjenige, welcher das sichtbare, lebendige Contagium des Milzbrandes (Anthrax) darstellt. Er wurde zuerst im Jahre 1849 von Pollender entdeckt und seither von den verschiedensten Aerzten und Naturforschern beobachtet, so von Bollinger, Davaine, Brauell, Ferdinand Cohn, Dr. Koch, Carl von Nägeli und Dr. Buchner, letztere zwei Forscher gemeinsam arbeitend. Den vereinten und keines-wegs gefahrlosen Bemühungen, den zahllosen Experimenten und Cultur-Versuchen von Seite dieser Forscher ist es zu danken, daß wir heute über das Wesen der Milzbrand-Krankheit besser als über irgend eine andere Epidemie von Thieren und Menschen unterrichtet sind und ein annähernd vollständiges Bild der ganzen Entwicklungsgeschichte des Milzbrandpilzes besitzen. Die diesbezüglichen Forschungen sind daher geradezu als bahnbrechende zu betrachten und dürfen als Muster für die vielen noch weiter anzu-stellenden Untersuchungen über Contagien-Pilze hingestellt werden.

Da der Milzbrand alljährlich in Europa und Asien nicht nur Tausende von Schafen, Pferden und Rindern dahinrafft, sondern auch Hunderten von Menschen den Tod bringt, mithin zu den gefürchtetsten Geißeln unsers Geschlechtes gehört — im Gou-vernement Nowgorod gingen in den Jahren 1867—1870 über 56,000 Pferde, Kühe und Schafe und außerdem 528 Menschen an Milzbrand zu Grunde, — da ferner der Milzbrand-pilz in seiner Entwicklungsgeschichte einen vielgestaltigen Wechsel von Spaltpilzformen zeigt, der auch einiges Licht über manche noch so dunkle Frage in der Kenntniß der Schizomyceten überhaupt zu werfen geeignet ist, so halten wir dafür, daß eine detaillirte Besprechung dieses einen Spaltpilzes nützlicher sein wird, als die brillanteste Beleuchtung irgend einer andern Frage der Spaltpilzkunde.

Ich habe in Fig. VI. der II. Tafel Blutkörperchen und Milzbrandpilze bei 3000-facher linearer oder 9,000,000-facher Flächen-Vergrößerung so dargestellt, wie sie sich in der Milz von Thierleichen, welche an dieser Krankheit zu Grunde gehen, in der Regel zeigen. Die Milz solcher Leichen ist immer erheblich geschwollen und mit zahl-reichen Mengen von glashellen Stäbchen (Bacterien) gefüllt, die erhebliche Längen-Differenzen zeigen, aber hier niemals in activer Bewegung zu beobachten sind. Die gleichen Bacterien, die wir kurzweg Milzbrandstäbchen oder Milzbrandpilze — Bacterium Anthracis — nennen, ohne mit dem lateinischen Ausdruck den landläufigen Sinn

einer Pilz-Species als einer naturhistorischen Art zu verbinden, finden sich auch im Blut von an Milzbrand gestorbenen Mäusen, ebenso — und zwar in ungeheurer Zahl — im Blut von an Milzbrand zu Grunde gegangenen Meerschweinchen, hier sogar ebenso zahlreich als die Blutkörperchen.

Die Milzbrandstäbchen aus der Milz oder aus dem Blut von Milzbrandleichen sind farblos, nur undeutlich gegliedert, ungleich lang, je nachdem sie aus mehreren oder nur aus wenigen zusammenhängenden Zellen bestehen. Sie entbehren der Flimmerhaare, wie wir sie bei so vielen andern Stäbchenpilzen antreffen; sie sind daher durchaus passiv, unbeweglich. Häufig zeigen die längern Stäbchen schwache Krümmungen, manche auch knieförmige Biegungen; viele besitzen Einschnürungen senkrecht zur Längsaxe, sie theilen sich also ganz ähnlich, wie andere Bacterien. (Vergleiche Fig. VI von Taf. II mit Fig. I von Taf. I.)

Ihre Vermehrung im Blut der inficirten Säugethiere ist eine ungeheuer rasche, da man Millionen solcher Pilzstäbchen schon nach 16—24 Stunden bei vorher gesunden Thieren antrifft, welche man mit nur wenigen Pilzkörperchen geimpft hat. Es ist keine Frage, daß diese Bacterien sich auf Kosten des Blutes ernähren und vermehren; sie werden durch den Blutstrom auch nach allen Theilen des Körpers geführt, gelangen aber hauptsächlich in der Milz zu lebhafter Vermehrung. Eigenthümlich ist der Umstand, daß bei trächtigen Thieren die Placenta (der Mutterkuchen, sogen. Nachgeburt) für die Milzbrandpilze ein natürliches Filter bildet, so daß das fötale Blut niemals Infektionspilze enthält, der milzbrandige mütterliche Leib also eine gesunde Leibesfrucht einschließt.

Worin die verheerende und todbringende Wirkung der Milzbrandpilze eigentlich besteht, welche einzelnen chemischen und physiologischen Processe sie im Gefolge haben, ist bis jetzt noch nicht sicher ermittelt. Gewiß ist aber, daß die Einführung von Milzbrandpilzen in das Blut gesunder Thiere stets die Krankheit verursacht. Hunderte von Impfversuchen an verschiedenen Säugethieren lassen keinen Zweifel mehr übrig, daß diese Bacterien die primäre Ursache des Milzbrandes darstellen, denn frische, lebendige Milzbrandpilze oder solche, die nur kurze Zeit (bloß einige Tage) eingetrocknet waren, vermögen — sobald sie in den Kreislauf eines gesunden Thieres gebracht werden, in der Regel anzustecken, während der filtrirten Blutflüssigkeit von frischen Milzbrandleichen diese Fähigkeit abgeht.

Von hoher Wichtigkeit ist die Thatsache, daß die Milzbrandstäbchen im Blut des todten Thieres oder in andern geeigneten Nährflüssigkeiten innerhalb gewisser Temperaturgrenzen zu wachsen vermögen und bei Luftzutritt sich dermaßen in die Länge strecken, daß sie außerordentlich lange, unverzweigte, bei Raummangel vielfach gekrümmte und verschlungene Fäden darstellen, in deren Gliedern alsbald reichlich Sporen, d. h Fortpflanzungszellen, gebildet werden, wie Fig. VII unserer Taf. II. zeigt.

Versuche, die Milzbrandpilze in der wässerigen Flüssigkeit (Humor aqueus) eines Rinderauges oder in Rinderblut-Serum zu cultiviren, ergaben die glänzendsten Resultate. Frische Milzbrand-Stäbchen, wie man sie in der Milz eines am Anthrax gestorbenen Thieres antrifft, wachsen bei einer Temperatur von 34—37° C. (im Humor aqueus gezüchtet) schon während weniger Stunden zu langen Fäden heran, die die ursprüngliche

Länge der Bacterien um das Vielfache übertreffen. Diese Fäden wachsen unter gleichen Verhältnissen rasch weiter, bis sie das Hundert- oder Mehrhundertfache der Bacterien-Länge erreicht haben. Während ihres raschen Wachsthums sind die Fäden durchaus farblos und homogen, eine Gliederung in die einzelnen Zellen ist kaum wahrnehmbar. „Sie gleichen einem Haufen Glasfäden, welche nach Art von Schlingpflanzen sich in der verschiedensten Weise bald zu langen parallelen Zügen oder zu äusserst zierlichen, spiralförmig gedrehten Bündeln vereinigen, bald aber in den unregelmässigsten Figuren zu einem unentwirrbaren Knäuel verschlingen, so dass es ganz unmöglich wird, den einzelnen Faden in seiner ganzen Länge zu verfolgen. Betrachtet man das freie Ende eines Fadens andauernd durch längere Zeit, etwa 15—20 Minuten, so *vermag* man *leicht die fortwährende Verlängerung desselben direkt wahrzunehmen; man kann sich so das merkwürdige Schauspiel von dem* sichtbaren Wachsen der Faden-Bacterien *verschaffen* und die unmittelbare Ueberzeugung von ihrer Weiter-Entwicklung gewinnen. Schon nach 10—15 Stunden erscheint der Inhalt der kräftigsten und am üppigsten entwickelten Fäden fein granulirt und bald scheiden sich sehr kleine mattglänzende Körnchen ab, welche sich nach einigen weitern Stunden zu den stark lichtbrechenden eirunden Sporen vergrössern.“ (Koch) — Man vergleiche Fig. VII. Taf. II.

In der Folge verwandelt sich der sporenerzeugende Faden, soweit seine Masse nicht zur Bildung von Sporen verwendet wird, zu einer hyalinen Gallerte, die schon nach 40—50 Stunden kaum mehr scharf gegen die Nährflüssigkeit abgegrenzt ist. Man trifft dann an der Stelle des Fadens anscheinend bloss noch die *reihenförmig angeordneten Sporen*. Lagen während der Sporenbildung mehrere Faden parallel neben einander, so kann man aus der Anordnung der Sporenreihen noch auf den ursprünglichen Verlauf der nun in eine homogene Gallerte zerflossenen Fäden schliessen. (Fig. X. Taf. II.) Die Durchmusterung eines solchen Präparates unter dem Mikroskop zeigt uns häufig auch kleine vergallertete Fadenstücke mit einzelnen oder nur wenigen, oft ziemlich weit auseinander liegenden Sporen. (Vergl. in Fig. VII. die kurzen Fadenstücke oder Stäbchen.) Nicht selten trifft man auch *Sporenketten*, bei denen die Längsaxe der einzelnen Sporen gleichartig gegen die Längsaxe der ganzen Kette so verschoben ist, dass die beiderlei Axen mit einander gleiche Winkel bilden. Dieser Neigungswinkel ist bald ein schiefer (Fig. VIII), bald ein rechter (Fig. IX), in letzterem Falle stehen also die Längsaxen der dichtgestellten Sporen senkrecht auf der Längsaxe der ganzen Sporenkette.

Die *Sporen* sind oval oder länglich und dunkel conturirt. Die länglichen Sporen werden hauptsächlich in den durch Fig. VIII und IX repräsentirten geraden und schiefleiterförmigen Ketten angetroffen.

Mit dem vollständigen Zerfall der vergallerteten Pilzfäden werden die einzelnen Sporen endlich ganz frei. (Fig. XI.) Sie sinken dann, dem Gesetze der Schwere folgend, in der Nährflüssigkeit zu Boden und sammeln sich dort in dichten Haufen an.

Diese Sporen vermögen — in den Kreislauf eines gesunden Thieres gebracht — wieder Milzbrand zu erzeugen. Durch Kulturversuche ist es gelungen, die *Keimung der Sporen* direkt zu beobachten. Ich habe die Keimstadien derselben in Fig. I bis Fig. V. von der ruhenden Spore an bis zur Bildung der typischen Milzbrandstäbchen,

von denen wir ja (mit Fig. VI.) ausgegangen sind, dargestellt. Beim Keimen in geeigneter Nährflüssigkeit und zusagender Temperatur streckt sich die eiförmige Spore (Fig. I.) in die Länge (Fig. II); sie wird kurz-stäbchenförmig und theilt sich alsbald auf halber Länge in 2 Glieder; diese wachsen — mit einander zusammenhängend oder auseinanderfallend — weiter und theilen sich wiederum in gleichartige Glieder (Fig. III und IV), wobei innerhalb weniger Stunden die längeren und kürzeren Milzbrand-Bacterien resultiren, ganz so, wie wir sie in der kranken Milz der vom Anthrax befallenen Thiere antreffen (vergl. Fig. IV und V mit Fig. VI.)

Dr. Koch hat gezeigt, daß die Milzbrandpilzsporen in faulenden Flüssigkeiten ebenso gut als in nichtfaulenden lange Zeit keimfähig bleiben und das Infektionsvermögen beibehalten; es sind also wahre Dauersporen, die wie reife Samen höherer Pflanzen lange Zeit ein latentes, schlummerndes Leben führen, welches erst dann wieder zu activem Leben erwacht, wenn die Sporen in geeignete Nährsubstanzen und unter günstige Temperaturverhältnisse gerathen. Mäuse, die mit **vielen** solcher Milzbrand-Sporen aus ausgefaulten Flüssigkeiten geimpft wurden, starben nach 24 Stunden; wurden die Thiere dagegen nur mit **wenigen** solcher Sporen geimpft, so starben sie erst nach 3—4 Tagen.

Derselbe Forscher hat auch konstatirt, daß die getrockneten Pilzsporen mindestens 4 Jahre lang keim- und ansteckungsfähig bleiben, indem er milzbrandiges Schafblut, das fast volle 4 Jahre trocken lag, zur Impfung benützte, was ausnahmslos tödtlichen Milzbrand veranlaßte. Ebenso wurde nachgewiesen, daß Milzbrandsporen wiederholt ausgetrocknet und wieder befeuchtet werden können, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Hieraus ergeben sich von selbst sehr wichtige praktische Winke für die Behandlung milzbrandiger Cadaver; denn ein einziger Leichnam, welcher unzweckmäßig behandelt wird, kann nach Dr. Koch unzählige Sporen liefern. „Und wenn auch Millionen von Sporen zu Grunde gehen, ohne zur Keimung im Blut eines Thieres zu gelangen, so ist bei ihrer großen Zahl doch die Wahrscheinlichkeit nicht gering, daß einige vielleicht nach langer Lagerung im Boden oder im Grundwasser, oder an Haaren, Hörnern, Lumpen und dergleichen angetrocknet als Staub, oder auch mit Wasser auf die Haut der Thiere gelangen und hier direkt durch eine Wunde in die Blutbahn treten, oder auch später durch Reiben, Scheuern und Kratzen der Thiere in kleine Hautabschilferungen eingerieben werden."

Allerneuestens ist es auch gelungen, den experimentellen Nachweis zu liefern, daß Milzbrand durch Einathmen von Milzbrand-Pilzstäubchen bewirkt werden kann, eine Thatsache, die mit der Nägeli'schen Lehre, wonach die Infektionspilze wohl meistens in Form von eingeathmetem Staub durch die Lungen in den Kreislauf der Thiere gelangen, vollkommen in Einklang steht.

Durch das Experiment ist vollends erwiesen, daß die Milzbrand-Pilze in der Regel nicht auf dem Wege der Nahrung, also nicht durch Mund, Speiseröhre, Magen und Darm in den Blutkreislauf eines gesunden Thieres gelangen, sondern daß die Ansteckung in den allermeisten Fällen auf ganz andere Weise vor sich geht. Hierüber geben alle Versuche den unzweideutigsten Beweis. So hat Dr. Koch zuerst Mäuse mehrere Tage lang mit frischer Milz von Kaninchen und vom Schaf, welche an Milzbrand gestorben waren, gefüttert. Mäuse sind bekanntlich außerordentlich gefräßig und nehmen in kurzer Zeit mehr als

Länge der Bacterien um das Vielfache übertreffen. Diese Fäden wachsen unter gleichen Verhältnissen rasch weiter, bis sie das Hundert- oder Mehrhundertfache der Bacterien-Länge erreicht haben. Während ihres raschen Wachsthums sind die Fäden durchaus farblos und homogen, eine Gliederung in die einzelnen Zellen ist kaum wahrnehmbar. „Sie gleichen einem Haufen Glasfäden, welche nach Art von Schlingpflanzen sich in der verschiedensten Weise bald zu langen parallelen Zügen oder zu äußerst zierlichen, spiralförmig gedrehten Bündeln vereinigen, bald aber in den unregelmäßigsten Figuren zu einem unentwirrbaren Knäuel verschlingen, so daß es ganz unmöglich wird, den einzelnen Faden in seiner ganzen Länge zu verfolgen. Betrachtet man das freie Ende eines Fadens andauernd durch längere Zeit, etwa 15—20 Minuten, so vermag man leicht die fortwährende Verlängerung desselben direkt wahrzunehmen; man kann sich so das merkwürdige Schauspiel von dem **sichtbaren Wachsen der Faden-Bacterien** verschaffen und die unmittelbare Ueberzeugung von ihrer Weiter-Entwicklung gewinnen. Schon nach 10—15 Stunden erscheint der Inhalt der kräftigsten und am üppigsten entwickelten Fäden fein granulirt und bald scheiden sich sehr kleine mattglänzende Körnchen ab, welche sich nach einigen weitern Stunden zu den stark lichtbrechenden eirunden Sporen vergrößern.“ (Koch) — Man vergleiche Fig. VII, Taf. II.

In der Folge verwandelt sich der sporenerzeugende Faden, soweit seine Masse nicht zur Bildung von Sporen verwendet wird, zu einer hyalinen Gallerte, die schon nach 40—50 Stunden kaum mehr scharf gegen die Nährflüssigkeit abgegrenzt ist. Man trifft dann an der Stelle des Fadens anscheinend bloß noch die reihenförmig angeordneten Sporen. Lagen während der Sporenbildung mehrere Faden parallel neben einander, so kann man aus der Anordnung der Sporenreihen noch auf den ursprünglichen Verlauf der nun in eine homogene Gallerte zerflossenen Fäden schließen. (Fig. X, Taf. II.) Die Durchmusterung eines solchen Präparates unter dem Mikroskop zeigt uns häufig auch kleine vergallertete Fadenstücke mit einzelnen oder nur wenigen, oft ziemlich weit auseinander liegenden Sporen. (Vergl. in Fig. VII. die kurzen Fadenstücke oder Stäbchen.) Nicht selten trifft man auch Sporenketten, bei denen die Längsaxe der einzelnen Sporen gleichartig gegen die Längsaxe der ganzen Kette so verschoben ist, daß die beiderlei Axen mit einander gleiche Winkel bilden. Dieser Neigungswinkel ist bald ein schiefer (Fig. VIII), bald ein rechter (Fig. IX), in letzterem Falle stehen also die Längsaxen der dichtgestellten Sporen senkrecht auf der Längsaxe der ganzen Sporenkette.

Die Sporen sind oval oder länglich und dunkel conturirt. Die länglichen Sporen werden hauptsächlich in den durch Fig. VIII und IX repräsentirten geraden und schief-leiterförmigen Ketten angetroffen.

Mit dem vollständigen Zerfall der vergallerteten Pilzfäden werden die einzelnen Sporen endlich ganz frei. (Fig. XI.) Sie sinken dann, dem Gesetze der Schwere folgend, in der Nährflüssigkeit zu Boden und sammeln sich dort in dichten Haufen an.

Diese Sporen vermögen — in den Kreislauf eines gesunden Thieres gebracht — wieder Milzbrand zu erzeugen. Durch Kulturversuche ist es gelungen, die Keimung der Sporen direkt zu beobachten. Ich habe die Keimstadien derselben in Fig. I bis Fig. V, von der ruhenden Spore an bis zur Bildung der typischen Milzbrandstäbchen,

von denen wir ja (mit Fig. VI.) ausgegangen sind, dargestellt. Beim Keimen in geeigneter Nährflüssigkeit und zusagender Temperatur streckt sich die eiförmige Spore (Fig. I.) in die Länge (Fig. II); sie wird kurz-stäbchenförmig und theilt sich alsbald auf halber Länge in 2 Glieder; diese wachsen — mit einander zusammenhängend oder auseinanderfallend — weiter und theilen sich wiederum in gleichartige Glieder (Fig. III und IV), wobei innerhalb weniger Stunden die längeren und kürzeren Milzbrand-Bacterien resultiren, ganz so, wie wir sie in der kranken Milz der vom Anthrax befallenen Thiere antreffen (vergl. Fig. IV und V mit Fig. VI.)

Dr. Koch hat gezeigt, daß die Milzbrandpilzsporen in faulenden Flüssigkeiten ebenso gut als in nichtfaulenden lange Zeit keimfähig bleiben und das Infektionsvermögen beibehalten; es sind also wahre Dauersporen, die wie reife Samen höherer Pflanzen lange Zeit ein latentes, schlummerndes Leben führen, welches erst dann wieder zu activem Leben erwacht, wenn die Sporen in geeignete Nährsubstanzen und unter günstige Temperaturverhältnisse gerathen. Mäuse, die mit **vielen** solcher Milzbrand-Sporen aus ausgefaulten Flüssigkeiten geimpft wurden, starben nach 24 Stunden; wurden die Thiere dagegen nur mit **wenigen** solcher Sporen geimpft, so starben sie erst nach 3—4 Tagen.

Derselbe Forscher hat auch konstatirt, daß die getrockneten Pilzsporen mindestens 4 Jahre lang keim- und ansteckungsfähig bleiben, indem er milzbrandiges Schafblut, das fast volle 4 Jahre trocken lag, zur Impfung benützte, was ausnahmslos tödtlichen Milzbrand veranlaßte. Ebenso wurde nachgewiesen, daß Milzbrandsporen wiederholt ausgetrocknet und wieder befeuchtet werden können, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Hieraus ergeben sich von selbst sehr wichtige praktische Winke für die Behandlung milzbrandiger Cadaver; denn ein einziger Leichnam, welcher unzweckmäßig behandelt wird, kann nach Dr. Koch unzählige Sporen liefern. „Und wenn auch Millionen von Sporen zu Grunde gehen, ohne zur Keimung im Blut eines Thieres zu gelangen, so ist bei ihrer großen Zahl doch die Wahrscheinlichkeit nicht gering, daß einige vielleicht nach langer Lagerung im Boden oder im Grundwasser, oder an Haaren, Hörnern, Lumpen und dergleichen angetrocknet als Staub, oder auch mit Wasser auf die Haut der Thiere gelangen und hier direkt durch eine Wunde in die Blutbahn treten, oder auch später durch Reiben, Scheuern und Kratzen der Thiere in kleine Hautabschilferungen eingerieben werden."

Allerneuestens ist es auch gelungen, den experimentellen Nachweis zu liefern, daß Milzbrand durch Einathmen von Milzbrand-Pilzstäubchen bewirkt werden kann, eine Thatsache, die mit der Nägeli'schen Lehre, wonach die Infektionspilze wohl meistens in Form von eingeathmetem Staub durch die Lungen in den Kreislauf der Thiere gelangen, vollkommen in Einklang steht.

Durch das Experiment ist vollends erwiesen, daß die Milzbrand-Pilze in der Regel nicht auf dem Wege der Nahrung, also nicht durch Mund, Speiseröhre, Magen und Darm in den Blutkreislauf eines gesunden Thieres gelangen, sondern daß die Ansteckung in den allermeisten Fällen auf ganz andere Weise vor sich geht. Hierüber geben alle Versuche den unzweideutigsten Beweis. So hat Dr. Koch zuerst Mäuse mehrere Tage lang mit frischer Milz von Kaninchen und vom Schaf, welche an Milzbrand gestorben waren, gefüttert. Mäuse sind bekanntlich außerordentlich gefräßig und nehmen in kurzer Zeit mehr als

ihr Körpergewicht beträgt, an milzbrandigen Massen auf, so daß also ganz erhebliche Mengen von Milzbrandpilzen den Magen und Darm der Versuchsthiere passiren. Aber es gelang niemals, die Mäuse auf die angegebene Art mit Milzbrand anzustecken. Dann mengte Koch den Thieren sporenhaltige Flüssigkeit unter das Futter; auch das fraßen sie ohne jeden Nachtheil; auch durch Fütterung großer Mengen von sporenhaltigem, kurz vorher oder schon vor Jahren getrocknetem Blut konnte kein Milzbrand bei ihnen erzeugt werden. Kaninchen, welche zu verschiedenen Zeiten mit sporenhaltigen Massen gefüttert wurden, blieben ebenfalls gesund. Für diese beiden Thierarten ist demnach eine Infektion vom unverletzten Darmkanal aus nicht möglich.

Das sind sehr auffallende und lehrreiche Thatsachen und sie erscheinen um so frappanter, wenn wir uns daran erinnern, daß durch Impfung mit mikroskopisch kleinen Mengen frischer Milzbrand-Stäbchen oder trockener Sporen regelmäßig Milzbrand erzeugt wird, so zwar, daß z. B. Mäuse schon 17 Stunden nach der Impfung sterben können.

Fast alle mit der Ausbreitung epidemischer Krankheiten (Pest, Cholera, Gelbfieber, Pocken, Diphtherie, Scharlach 2c.) verbundenen Erscheinungen deuten darauf hin, daß die Krankheitskeime durch die eingeathmete Luft, also in Form von trockenem Staub in den Körper eingeführt werden. Für den Milzbrand ist dies durch die Versuche von Nägeli und Buchner neulich zur Evidenz erwiesen worden. Ich lasse hier eine diesbezügliche Stelle aus einem Briefe folgen, den Nägeli am 8. März 1879 an mich richtete:

„Was den Eintritt des Contagiums in den Körper betrifft, so kann ich „Ihnen als Bestätigung meiner frühern Ansicht eine merkwürdige Thatsache mit„theilen. Hr. Dr. Buchner, welcher in meinem Institut sich seit längerer Zeit „namentlich mit dem Milzbrand beschäftiget, hat gefunden, daß Mäuse, die für „diese Krankheit sehr empfindlich sind, ohne den geringsten Nachtheil die „kranke Milz fressen, aber unfehlbar zu Grunde gehen, wenn sie „in einer Atmosphäre athmen, in welcher Pilze aus der kranken „Milz durch einen Verstäubungsapparat **als Staub** aufgewir„belt werden. Die eingeathmeten Pilze wirken so giftig, als die „geimpften, während die gefressenen in der tausendfachen Menge „nicht einmal Unwohlsein bewirken.

„Damit soll die Thatsache nicht bestritten werden, daß die Infection beim „Rindvieh, obgleich sie wohl meistens bloß durch die Lunge erfolgt, beim Fressen „von rauhem Futter in Folge kleiner Verletzungen von der Mund- und „Rachenhöhle aus sehr wirksam unterstützt oder selbst allein hervorgebracht „werden kann."

Weiteren Untersuchungen muß es vorbehalten bleiben, die Frage zu beantworten, ob sich sämmtliche Ansteckungspilze der vielerlei epidemischen Krankheiten ebenso, oder ähnlich verhalten, wie die Milzbrandpilze, ebenso wird erst noch ermittelt werden müssen, ob für jede besondere Krankheit ein besonderer Pilz, ein ganz specifischer Ansteckungspilz, eine besondere Art oder Species existirt, oder ob die Contagien- (und Miasmen-) Pilze nur physiologisch veränderte, nur angepaßte Formen einer einzigen oder nur sehr weniger Spaltpilz-Arten darstellen.

In allen Fällen lehrt uns die Entwicklungsgeschichte des Milzbrandpilzes, daß derselbe Spaltpilz verschiedene Generationsformen bildet. „Die Milzbrandpilze können — wie Nägeli sich brieflich ausdrückt — morphologisch (d. h. mit Rücksicht auf ihre äußere Gestalt) in andere Gattungen umgewandelt werden: physiologisch (d. h. mit Rücksicht auf ihre chemisch-physikalischen Lebens-Erscheinungen) verlieren sie beispielsweise bei fortgesetzter Umzüchtung in Fleisch-Extraktlösung immer mehr das Ansteckungsvermögen und verlieren dasselbe nach etwa 300 Generationen vollständig, obgleich sie morphologisch (gestaltlich) noch ganz dieselben geblieben sind." (Brief von Nägeli, dat. 17. Juli 1878.)

Aeußerst wichtig und auf die jetzt noch so dunkle Frage über die erste Entstehung und das sich immer wiederholende Neuauftreten der Milzbrandkrankheit einiges Licht werfend, ist die Thatsache, daß der Milzbrandpilz in der freien Natur einen Doppelgänger besitzt, der ihm täuschend ähnlich sieht: Es ist jener Spaltpilz, dessen Keime in jedem Heuaufguß vorhanden und unter allen Fäulnißpilzen der Heu-Infusion allein im Stande sind, ein halbstündiges Kochen in der genannten Nährlösung auszuhalten, ohne ihr Leben einzubüßen. Wir haben diese eigenthümlichen Spaltpilze bereits schon oben, wo von den beiden Experimenten über das ungleiche Verhalten der Pilze gegen hohe Temperaturen die Rede war, kennen gelernt und erfahren, daß Nägeli diesen Doppelgänger des Milzbrandpilzes schlechtweg Heu-Bacterien nennt. Nägeli und Buchner haben viele hundert Culturen von Milzbrand-Bacterien und Heu-Bacterien untersucht und gefunden, daß sich beide durch das Mikroskop nicht von einander unterscheiden lassen. „Alle Erscheinungen, die die einen zeigen, zeigen auch die andern; die Verschiedenheiten werden erst beim Impfen wahrnehmbar, indem die einen giftig wirken, die andern nicht. Die Milzbrand-Bacterien können aber durch Cultur in unschädliche Pilze, die von den Heu-Bacterien nicht zu unterscheiden sind, verwandelt werden." Nägeli und Buchner sind daher der Meinung, daß die Milzbrandpilze nichts Anderes sind, als etwas physiologisch-umgeänderte Heu-Bacterien.

Anderer Meinung sind nun allerdings Cohn und Dr. Koch, welche die beiden Bacterien als durchaus verschiedene Arten (Species) betrachten. Auch Cohn findet zwischen den Milzbrandpilzen und den Heu-Bacterien, welch' letztere er Bacillus subtilis nennt, keinen sichtbaren Unterschied, als daß die erstern keine Flimmer-Geißeln, die letztern dagegen solche besitzen und sich also selbstständig zu bewegen vermögen. Nach Nägeli's zuverlässigen Mittheilungen haben die Milzbrandpilze ebenfalls Eigenbewegung; „nur tritt sie bloß unter günstigen Ernährungsbedingungen auf." Somit existirt zwischen den Heu-Bacterien und den Milzbrandpilzen gar kein morphologischer Unterschied mehr. Fortgesetzten Untersuchungen dürfte es gelingen, nachzuweisen, ob die Heu-Bacterien die Stammform, die Erzeuger, der gelegentlich so verhängnißvoll werdenden Milzbrandpilze sind, oder nicht. —

II.

Contagien und Miasmen.

Ich habe im ersten Kapitel unseres „Illustr. Pflanzenlebens" den Leser so zu sagen bloß auf das Feld der nackten Thatsachen geführt und es fast ganz vermieden, auf rein theoretische und hypothetische Erörterungen einzutreten. In den Thatsachen aber liegt das Material für fruchtbare Theorien, für Hypothesen (Voraussetzungen, Vermuthungen) ohne welche keine Wissenschaft Fortschritte machen würde. Es ist hier nicht der Ort, über die Berechtigung der Hypothesen und über den Nutzen der Theorien viele Worte zu verlieren. Theorien sind zu allen Zeiten dagewesen, schlechte und gute, schädliche und nützliche — und die Geschichte fast aller Wissenschaften ist im Grunde nichts Anderes als die Darstellung des Kampfes um's Dasein, den die verschiedenen Theorien mit einander und nacheinander ausgefochten haben. In diesem Kampf verschiedener Lehren liegt der Zauber des allmächtigen Fortschrittes. Jede schlechte Theorie trägt ihre Vernichtung in sich selbst; sie wird über kurz oder lang von einer „guten" Theorie verdrängt und diese hinwiederum hat nur so lange Bestand, als keine „bessere" mit ihr den Kampf aufnimmt.

Es ist bekannt, daß der menschliche Erkenntnißdrang von jeher bemüht war, für die Erscheinungen in der lebendigen Natur eine Erklärung zu finden. Man hat schon vor Jahrhunderten gelegentlich auf Brod und Hostien rothe Flecken entstehen sehen, die man ohne weitere Untersuchung für ächte Blutflecken ansah. Man suchte nach einem Erklärungsgrund und da man damals von den Spaltpilzen noch keine Ahnung hatte, so erklärte man sich die Erscheinung des sogen. „Blutwunders" durch die Annahme übernatürlicher Einflüsse, die sich an feuchten Hostien, an Brod und andern Stoffen geltend machten. Schon im Jahr 332 vor Christi Geburt wurde die Erscheinung des Blutwunders auf dem Brod des Heeres von Alexander dem Großen beobachtet, als letzterer die Stadt Tyrus belagerte. Die Soldaten geriethen darüber in panischen Schrecken; aber die schlauen Priester prophezeiten daraus den Untergang der Stadt, um die Soldaten zur Erstürmung derselben zu begeistern. Diese Priester-Theorie genügte damals und erwies sich für manchen Soldaten so nützlich, daß er begeistert in den Tod ging. Die alten Egypter waren mit der gleichen Erscheinung bekannt; dort fand die Lehre, wonach Bohnen, Erbsen etc. sich in Blut umwandeln könnten, großen Anklang. Wieder andere behaupteten, die rothe Substanz des Blutwunders sei eigentlich kein Blut, sondern der „Urstoff", aus welchem der Mensch geschaffen wurde (eine Lehre, die nebenbei gesagt, so gar übel nicht ist, obschon sie weit davon entfernt erscheint, eine Abstammung des Menschen von niedrigeren Lebewesen anzunehmen.) Später, in christlichen Zeiten, nahm dagegen die Blutwunder-Theorie eine verhängnißvolle Gestalt an. Im Jahre 1292 wurde die genannte Erscheinung auf den in feuchten Kapellen aufbewahrten Hostien, die wie mit kleinen Blutflecken bespritzt erschienen, wahrgenommen. Die Priester

stellten nun eine Theorie auf, welche sonderbarer Weise das Mißfallen und den Zorn Gottes mit den damals geduldeten, meist auch gut gedeihenden Juden in Zusammenhang brachte. Diese anti-jüdische Blutwundertheorie führte eine Judenverfolgung herbei, bei welcher in Frankfurt, Würzburg, Nürnberg und an andern Orten gegen 10,000 Juden erschlagen wurden; man gab nämlich vor, daß diese „gräulichen Menschen" durch Verfluchung und Zaubereien die Hostien zum Blutschwitzen gebracht haben. Aus demselben Grunde wurden im Jahre 1510 in Berlin 38 Juden verbrannt.

Erst das Mikroskop hat den Zauber vollbracht und das „Blutwunder" als Nichtwunder, als ganz natürliche, leicht verständliche Erscheinung vor aller Augen bloßgestellt, (zum ersten Mal im Jahr 1848). Wir haben im vorstehenden Kapitel gesehen, worin dieser natürliche Zauber besteht und wir sind heute im Stande, gestützt auf die natürliche Theorie des sogen. Blutwunders die Erscheinung jederzeit neu hervorzurufen, indem wir den Spaltpilz der blutenden Hostie von Oblate zu Oblate verpflanzen und willkürlich, ganz nach freiem Ermessen, auf Brod und andern feuchten Teigwaaren blutrothe Figuren hervorzuzaubern, die im Zeitalter der christlichen Judenverfolgungen genügt haben würden, um Millionen Gläubige zu fanatisiren und Hunderttausenden von Juden das Leben in Frage zu stellen. Mit der Natur-Erkenntniß verschwindet der Fanatismus und an seine Stelle tritt die Naturbegeisterung und ein Begreifen der Dinge in natürlichem ursächlichem Zusammenhang. —

Das Mittelalter hat auch Hexen verbrannt — die letzte deutschredende starb im Jahre 1783 auf einem Scheiterhaufen in Glarus, (sie hieß Anna Göldli*) weil man annahm, daß Hexen durch ein Bündniß mit dem Teufel die Kraft erhielten, in übernatürlicher Weise Gesundheit und Leben von Menschen und Thieren zu gefährden, was man sogar nachzuweisen sich ernstlich bemühte. Aber die Wissenschaft hat gezeigt, daß es keine Hexen und keine Hexenmeister gab, obschon man deren bei Zehntausenden dem Flammentod überlieferte und der Glaube an Hexenkünste heute noch in vielen Gegenden unseres schönen Vaterlandes bei manchen Bauern fortwuchert. Es gab eine Zeit, da Hexen und und Juden im Gerüchte standen, beliebig Epidemien, verheerende Seuchen, thierische und menschliche Krankheiten zu erzeugen; und diese fanatischen Theoreme haben sogar die Gesetzgebung beeinflußt, und die hehre Gestalt der Gerechtigkeit stand trauernd bei Seite, trauernd über die Unwissenheit und die Ungerechtigkeit der irregeführten Menschen.

Wissen ist nicht nur Macht, Wissen macht nicht nur frei, sondern auch gerecht; Wissen ist wahre Weisheit und Gerechtigkeit.

Lange Zeit hat man die Seuchen als überirdische Mächte, als Abgesandte des Himmels, als Würg-Engel betrachtet, die unsichtbar und daher — so schloß man — geisterhaft über die heimgesuchten Länder schwebten und Städte und Dörfer mit Ruthen züchtigten. Diese supranaturalistische Seuchentheorie ist heute noch nicht vom Erdball verschwunden. Wir selbst, die wir heute die Sache ganz anders betrachten, gehörten früher ebenfalls zu den Anhängern jener verhängnißvollen Seuchenlehre; denn unsere Mütter haben uns beten gelehrt: „Bewahre uns vor Feuer- und Wassernoth, vor der Seuche, die am Mittag verderbet, vor der Pestilenz, die im Finsteren schleicht!"

*) Unsere Zeit ist, wie wir in diesen Tagen sehen, noch keineswegs frei von Rückfall-Tendenzen: während in Deutschland eine „christliche" Judenverfolgung in Szene gesetzt wird, verurtheilen russische Richter zwei Unterthanen des Czarenreiches zu — — Kirchenbuße, weil sie am 4. Febr. 1879 die als „Hexe" verschrieene Agrafena Ignatiewa in ihrem eigenen Hause verbrannten.

Und welcher Art sind die Folgen einer so verhängnißvollen Lehre? Das haben unsere Vorfahren hie zu Lande gesehen, das sehen wir heute noch dort, wo der Aberglaube die geängstigten und seuchenscheuen Menschen zu großen Bittgängen, Wallfahrten und Processionen aller Art zusammentreibt und auf diese Art das Uebel nicht nur vermindert, sondern erst recht zur Ausbreitung bringt. Die Araber haben ihr Mekka: wie viele Wallfahrer sind dort mit der Cholera in Contact gekommen und haben für sich und manche der Ihrigen den Tod geholt, wo sie Schutz zu erflehen hofften!

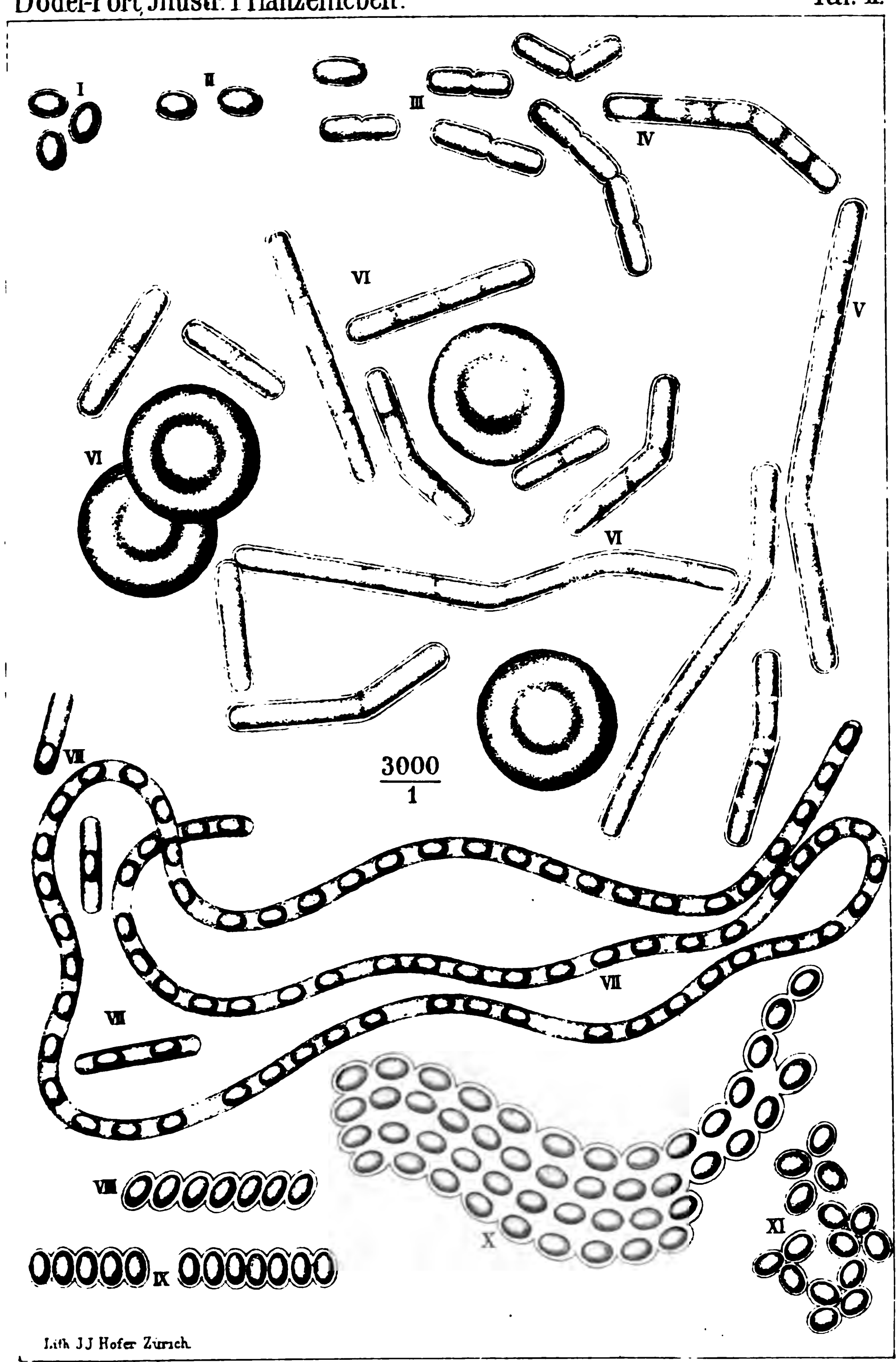
Ich sah einst einen an unheilbarem Geschwür Erkrankten das steinerne Bild eines Heiligen berühren, stundenlang in Inbrunst vor der Statue liegen, um Heilung zu erbitten: seine verhängnißvolle Wunde, die dort mit dem Bilde in Berührung kam, trug die Fortpflanzungskeime des Uebels auf den Stein über — der nächste Pilgrim, der nach ihm sich dort einfand und für eine „wunderbare" Errettung seinen Kniefall und Handkuß verrichtete — ging als Angesteckter von dannen, angesteckt von demselben Uebel, das der Kranke unbewußt, dem Stein, dem Heiligenbild übertrug, wodurch das Letztere zum Infectionsheerd wurde.

In gebildetern Kreisen ist man allmälig zu weniger verhängnißvollen Theorien gelangt. Allein auch in diesen Sphären der Gesellschaft finden sich noch unrichtige und durchaus unhaltbare Ansichten, die z. Th. nicht minder schädlich sind, als die abgedankten spiritistischen Seuchenlehren. Jeder neue Fortschritt, den die Erforschung der niedern Pilze zu verzeichnen hat, weist uns immer wieder neuerdings auf die schädlichen Theorien hin, die da und dort ihr verhängnißvolles Wesen treiben.

Es ist daher ein großes Verdienst, wenn es der competenteste Erforscher der niedern Pilze unternommen hat, gestützt auf seine vielen, mehrjährigen Erfahrungen eine Kritik der wissenschaftlichen Seuchenlehren zu üben und unter Verwerthung der sicher erforschten Thatsachen den Grund zu einer Infections-Theorie zu legen, die möglichst stramm dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft anliegt. Nägeli's Buch, auf welches wir schon im vorhergehenden Kapitel hingewiesen haben, ist von solcher Tragweite, daß wir ihm hier ein (zeitgemäßes) Referat widmen müssen, um aus den im ersten Kapitel beleuchteten Thatsachen die vernünftigsten Nutzanwendungen zu ziehen.

Wir haben bereits bei der Besprechung der verschiedenen Spaltpilzformen und dann speciell bei der Darstellung des Lebensganges von Bacterium Anthracis einige Spaltpilze kennen gelernt, die man ganz evident als die sichtbar gewordenen Ansteckungsvermittler betrachten muß. Der Gedanke lag sehr nahe, auch bei allen andern epidemischen Krankheiten ein ähnliches Ansteckungs-Element zu suchen und in einigen Fällen, z. B. bei der Diphtherie ist der Nachweis desselben ganz befriedigend geleistet. Nichts destoweniger dürfte dies für zweifelsüchtige Menschen nicht genügen, sondern es ist im Gegentheil vorauszusetzen, mancher unserer Leser komme auf den Gedanken, daß keineswegs alle Ansteckungskrankheiten von Pilzen bedingt seien. Sehen wir uns aber alle Umstände genauer an, welche auf die Spaltpilze allein hinweisen, so kommen wir zu folgenden Resultaten:

Der Verlauf fast aller epidemischen Krankheiten deutet in überraschender Weise darauf hin, daß der Ansteckungsstoff aus der Luft aufgenommen wird. Nun drängt sich die Frage auf: ist dieser Stoff gasförmig oder ist er ein fester, geformter Körper? Die wissenschaftliche Prüfung dieser Frage kam zu dem unab-



Lith. J.J. Hofer Zürich.

A. Dodel-Port ad nat del.

Verlag von Cäs. Schmidt.

Der Milzbrand-Pilz.

weisbaren Schluß, daß der Ansteckungsstoff **nicht gasförmig** ist. Wäre derselbe luftförmig, so müßten sich die Ansteckungsstoffe in allen Fällen sehr rasch bis zur absoluten Wirkungslosigkeit in der Atmosphäre vertheilen; denn Gase vermischen sich ungemein schnell mit einander. Und wären solche gasförmige Ansteckungsstoffe wirksam, ehe sie vollständig in der Atmosphäre vertheilt sind, so müßten sie **alle** für dieselbe Seuche empfänglichen Personen, die sich im gleichen Raum befinden, gleichmäßig anstecken. Dieses findet aber laut tausendfacher Erfahrung in Wirklichkeit nicht statt.

Die Ansteckung erfolgt fast ausnahmslos schon durch die **allerwinzigsten Mengen**. Die letzteren sind so minim, daß der tausendste oder millionste Theil von der Menge des heftigsten Giftes, welche noch ohne Nachtheil von Personen ertragen wird, genügt, um Ansteckung zu bewirken. Das heftigste Gift wirkt nur dann schädlich, wenn es in einer bestimmten Menge gereicht wird. Das Conin (ein Giftstoff aus dem gefleckten Schierling) wird schadlos in einer Menge von 1 Milligramm ertragen. Und von dem gefährlichen Strychnin vermag der Mensch sogar 10 Milligramm ohne Nachtheil aufzunehmen. Erst größere Mengen wirken als Gift verderblich. Und jene Dosis von 1 Milligramm Conin oder 10 Milligramm Strychnin, welche unbeschadet aufgenommen werden können, müssen als colossal bezeichnet werden, wenn wir sie mit dem Gewicht der Ansteckungsstoffe vergleichen, die zur Erkrankung hinreichen!

Alle bis jetzt bekannt gewordenen Thatsachen weisen darauf hin, daß die Ansteckungsstoffe keine chemischen Verbindungen, sondern nur **lebens- und fortpflanzungsfähige**, d. h. **wirkliche Lebewesen** sein können, weil nur in diesem Falle eine Vermehrung der aufgenommenen kleinen Menge bis zu **der** Menge denkbar ist, in welcher sie dem menschlichen Organismus gefährlich werden! —

Unter allen bis jetzt bekannt gewordenen Körpern sind es die **Spaltpilze** allein, welche als Ansteckungsstoffe in Anspruch genommen werden können; denn sie sind ja so klein, daß man sie zur Erklärung ihrer Einwanderung und ihrer Existenzfähigkeit im thierischen Körper nicht kleiner wünschen kann. In der That hat die gewissenhafte und sorgfältigste Untersuchung der Luft und der Erdoberfläche gezeigt, daß wir immerwährend von Spaltpilzen umgeben sind. Wären die Pilzkeime Pfeile des Todes, so wäre auch das Dichterwort buchstäblich wahr: „Mitten wir im Leben sind vom Tod umgeben" — denn jeder leise Windhauch, jede Bewegung im Wohnzimmer, jede Geste des Schauspielers auf der Bühne, wie jede Armsenkung des salutirenden Wehrmannes, jede Fächerbewegung der graziösen Logen-Inhaberin, nicht minder jede Bewegung des peitschenknallenden Fuhrmannes wirbelt eine größere oder geringere Anzahl der verschiedensten Pilzkeime auf und in der uns umgebenden Luft durcheinander.

Wir haben im vorhergehenden Kapitel auch erfahren, daß die Lebens-Energie und die Vermehrungsfähigkeit der Spaltpilze alle andern lebenden Organismen überragt und daß ihnen somit alle Eigenschaften zukommen, die wir vom wissenschaftlichen Standpunkt aus an lebende Ansteckungsstoffe stellen können.

Was muß erfolgen, wenn diese niedern und kleinsten Pilze in den menschlichen oder thierischen Organismus gelangen? — Sie treten in Concurrenz mit den lebenden Zellen, welche unsern Körper, wie denjenigen aller Thiere zusammensetzen. „Es beginnt — um mit Nägeli's Worten zu reden — ein Kampf um's Dasein in ganz ähnlicher Weise, wie er in einer Nährlösung zwischen zwei

verschiedenen Pilzgattungen geführt wird." Es handelt sich darum, ob die Lebenskräfte des Organismus oder die Kräfte des eingedrungenen Pilzes die Flüssigkeiten beherrschen werden, um aus ihnen die Nahrungsstoffe zu entnehmen und in ihnen die entsprechenden Umsetzungen zu bewirken. Im Allgemeinen wird der menschliche Organismus obsiegen, wenn in demselben die Verhältnisse normal sind, weil er diesem Zweck angepaßt ist. Wenn aber zeitweise an diesen oder jenen Körperstellen Störungen entstehen und die Lebenskräfte (z. B. durch mangelhafte Ernährung oder durch Ueberanstrengung) herabgestimmt werden, so kann ein Schwächegrad eintreten, bei dem die Pilze die Oberherrschaft gewinnen und mehr oder weniger in die Augen springenden Krankheitserscheinungen rufen, welche ohne die Pilze nicht eingetreten wären.

Wir haben schon im vorhergehenden Kapitel gesehen, daß die Vermehrung der Spaltpilze gerade bei jener Temperaturhöhe, die unserer Blutwärme und der Temperatur der meisten Säugethiere entspricht, am raschesten vor sich geht, daß die Verdoppelung der Individuenzahl in Folge der Zweitheilung schon nach 20 Minuten eintreten kann und daß bei günstiger Nährlösung die Vermehrung der Spaltpilze unter einer Temperatur von 35—37 ° C. während einer einzigen Stunde auf das Achtfache der Individuenzahl ansteigt. Das bedeutet aber nichts Anderes als: Bei einem Obsiegen der ins Blut des lebenden Körpers eingetretenen Spaltpilze können sich dieselben unter Umständen schon während weniger Stunden auf das Millionenfache vermehren.

Da die Spaltpilze die organischen Substanzen viel energischer als alle andern Pilze angreifen (sie zerstören ja sogar die steinharten Zähne in unserem Mund —) so haben sie unter allen pflanzlichen Gebilden am meisten Aussicht auf Erfolg, wenn sie mit thierischen Zellen in einen Wettkampf treten.

Nägeli zeigte, daß der Ausgang bei dieser Concurrenz einmal bedingt wird durch die Natur der Spalpilze selbst, sodann durch die Zahl, in welcher die Pilze den Organismus angreifen, und endlich durch die chemische Beschaffenheit der in den Geweben des befallenen Körpers enthaltenen Flüssigkeiten, sowie besonders auch durch fremde, giftig wirkende Stoffe (Zersetzungsstoffe), welche den Pilz unterstützen. Die Widerstandsfähigkeit unseres Körpers hängt nicht immer von der Kräftigkeit unserer Constitution ab. Im Gegentheil kann der lebende Körper gerade durch eine besondere Beschaffenheit, die das höchste Wohlbefinden bedingt, den Spaltpilzen gegenüber geschwächt sein.

Fragen wir nach den schädlichen Wirkungen, welche die Spaltpilze im lebenden Körper verursachen können und müssen, sofern sie im Wettkampf mit den thierischen Geweben obsiegen, so antwortet die Physiologie klar und bündig: Die Spaltpilze entziehen bei ihrer Vegetation im menschlichen und thierischen Körper den Geweben die besten Nährstoffe und den Blutkörperchen den Sauerstoff; sie zerstören zuckerartige und leicht zersetzbare Verbindungen durch Gärwirkung, sie bilden giftige Fäulnißprodukte und vermögen durch molekularphysikalische Bewegungen auch festere und unlösliche Stoffe in lösliche und zersetzbare Verbindungen umzuwandeln.

Hiegegen stichhaltige Gründe vorzubringen, ist absolut unmöglich. Die Spaltpilze, die sich im menschlichen Körper befinden, müssen genau das thun, wozu sie ihre Natur zwingt; denn die Wissenschaft hat gezeigt, daß der menschliche Körper als lebender Organismus keineswegs ein Heiligthum ist, in welchem andere Kräfte wirkten und andere Gesetze herrschten, als außerhalb desselben. Die Physiologie, das ist die Lehre von

den Lebensverrichtungen, lehrt uns, daß gleiche Ursachen immer auch gleiche Wirkungen hervorbringen. Wenn daher die Spaltpilze im Stande sind, außerhalb des Körpers dem Blut Sauerstoff zu entziehen, den Zucker in Milchsäure zu spalten und andere Zersetzungen zu veranlassen, so müssen sie diese Wirkungen auch im lebenden Organismus vollbringen, sofern sie unter günstigen Bedingungen die stärkeren sind, stärker als die mit ihnen concurrirenden thierischen Zellen. „Wir können daher zum Voraus mit vollkommener Sicherheit Folgendes behaupten:

Es muß krankhafte Störungen geben, welche durch Spaltpilze verursacht werden."

Eine weitere Frage, die sich sofort an die beantwortete erste anlehnt, ist die: Wo können die Spaltpilze dem menschlichen Körper schädlich werden? Gewiß nur dort, wo sie mit den lebenden thierischen Zellen und Geweben in Concurrenz treten, dagegen dort nicht, wo die letztere Möglichkeit ausgeschlossen ist, so z. B. auf der unverletzten äußern Haut, auf den unverletzten Schleimhäuten, im Speisekanal und in andern größern Körperhöhlungen, wie in der Harnblase.

In Unzahl gelangen die Spaltpilze, wie wir unten sehen werden, durch die Athmungswege in den Körper, nicht minder gelangen zahllose Pilze mit den Speisen in den Magen. Allein an letzterem Orte vegetiren sie bei normaler Beschaffenheit des Verdauungsorganes nur kümmerlich, da die Magenflüssigkeit sauer reagirt. Nur bei schwachsaurer Reaction vermehren sich die Spaltpilze im Magen lebhafter, doch kaum in gefahrdrohender Weise. Das letztere gilt auch von dem Vorkommen und der Vermehrung von Spaltpilzen im Darminhalt. Verhängnißvoller sind die Umstände, unter denen die Spaltpilze als Infektionsstoffe auf anderweitigen Wegen in den gesunden Körper gelangen.

Bei der Panspermie unserer Atmosphäre, bei der zudringlichen Allgegenwart der vielerlei Spaltpilze können wir unsern Leib jedoch nicht gegen das Einwandern dieser kleinsten aller Organismen sichern. Aber glücklicherweise sind nicht alle Spaltpilze, die in den lebenden Körper eindringen, gefährlich und verhängnißvoll. Dies können nur gewisse Categorien von Pilzen sein, die wir am besten Infektionspilze nennen. Sie müssen nach allem dem, was wir über die Entstehung und Verbreitung der Infections-Krankheiten wissen, zweierlei Art sein: Contagien-Pilze und Miasmen-Pilze.

Die **Contagien**, von denen die Medicin lange vorher gesprochen hat, ehe man sie in der Gestalt von Spaltpilzen entdeckte, entstehen im kranken Körper und sind in den Aus- und Abwurfstoffen, in den Hautabschuppungen, im Schweiß, Schleim, Eiter, im Erbrochenen, in den Stühlen 2c. enthalten; sie werden von Person zu Person übertragen und bestehen aus eigenthümlich angepaßten Pilzen nebst Krankheits- und Zersetzungsstoffen.

Die **Miasmen** entstehen dagegen auf oder in der Erde und sind ebenfalls eigenthümlich angepaßte Spaltpilze, wahrscheinlich in Verbindung mit noch unbekannten Zersetzungs-Producten; wenn sie in den menschlichen Körper gelangen, so erzeugen sie miasmatische Krankheiten. (Berüchtiget sind wegen derselben seit alten Zeiten die Ortschaften in und um die pontinischen Sümpfe.)

Bei ansteckenden Krankheiten mit Fäulnißerscheinungen im lebenden Körper sind Fäulnißpilze sammt Fäulnißstoffen wirksam. Einer dieser beiden Faktoren kann auch allein Erkrankung verursachen; es bedarf dann aber einer größern Menge desselben.

Zu den contagiösen Infektionskrankheiten gehören die Blattern, Masern und das Scharlachfieber. Hiebei bedarf es zur Erkrankung nichts weiter, als daß der Ansteckungsstoff, das Contagium, von einem Kranken auf eine gesunde, aber für dieselbe Krankheit empfängliche Person übertragen wird. Die wirksamste Mittheilung des Contagiums ist dann gegeben, wenn unmittelbar aus dem kranken Organ Spaltpilze und Krankheitsstoffe in das nämliche Organ eines gesunden Körpers (durch Impfung oder Einspritzung) gebracht werden. Dies findet wohl nur in den wenigsten Fällen statt, so z. B. bei der Diphtherie, wo unmittelbar von der kranken Membran etwas Schleim auf die gesunde Schleimheit durch Anhusten, wohl auch in Folge des Küssewechsels von Mund zu Mund übertragen werden kann, wie neulich die Diphtheriefälle in der herzoglich Hessischen Familie des eklatantesten bewiesen haben.

Zu den miasmatischen Infektionskrankheiten gehört das Wechselfieber. Die Ansteckungsstoffe kommen dabei nicht aus einem kranken Körper, sondern aus dem Boden von Sumpfgegenden; sie sind in der über dem Sumpfboden lagernden Luft enthalten, daher der Name „Malaria" schlechte Luft hier gleichbedeutend mit krankmachender Luft. Aber die Miasmen, welche das Wechselfieber verursachen, sind — ähnlich wie die Contagien — vermehrungsfähige Spaltpilze, die, wahrscheinlich auch mit giftigen Zersetzungsstoffen vereinigt, in den gesunden Körper treten und dort zur Vermehrung gelangen.

Nun gibt es aber auch eine Menge von Krankheiten, wo miasmatische, d. h. aus dem Boden kommende Pilze (die wir deßhalb auch schlechtweg Bodenpilze nennen können) erst vereint mit contagiösen, d. i. von Kranken stammenden Pilzen (Krankenpilze) den Organismus zu bewältigen vermögen. Bei solchen Krankheiten wirken also beiderlei Ansteckungsstoffe zusammen; es wird daher passend sein, derartige Krankheiten miasmatisch-contagiöse zu nennen.

Pettenkofer war es, der unwiderruflich den Nachweis lieferte, daß z. B. beim Typhus (dem sogen. „Nervenfieber"), bei der Cholera und beim gelben Fieber zwei Momente zusammentreffen müssen, um Ansteckung zu bewirken, eines von dem Kranken und eines, das vom Boden kommt. Das letztere Moment steht in ursächlichem Zusammenhang mit der Thatsache, daß vor dem Ausbruch von miasmatisch-contagiösen Seuchen immer ein Sinken des Grundwassers beobachtet wird.

Nägeli gelangt aus wissenschaftlichen Gründen, die wir hier zu besprechen unterlassen, um nicht zu weitläufig zu werden, zu der Ansicht, daß bei den miasmatisch-contagiösen Krankheiten zuerst die miasmatischen (Boden- oder Sumpf-) Pilze in den gesunden Körper aufgenommen werden müssen, wobei der inficirte Organismus für die Krankheit erst empfänglich gemacht wird, ehe die Ansteckung von Seite eines Kranken durch die eigentlichen Contagien-Pilze möglich und erfolgreich wird. Einige Thatsachen mögen diese Ansicht illustriren.

Die Stadt Lyon steht auf einem Boden, auf dem die Cholera nicht Fuß fassen kann. Dort bleibt sie in der Regel auf die nur vorübergehend daselbst sich aufhaltende

Bevölkerung beschränkt. Da die Siechfreiheit dieser Stadt bekannt ist, so kommen in Cholera-Zeiten aus Paris, Marseille nnd andern Städten Frankreichs Tausende von Flüchtlingen dahin. Während der Epidemie von 1865 sollen bloß aus Marseille gegen 20,000 Personen daselbst gelebt haben; gleichwohl hatte die Stadt Lyon, in welcher eine dichtgedrängte Bevölkerung von ca. 300,000 Seelen wohnte, darunter eine große Menge von Fabrikarbeitern, in diesem Jahre nur 18 Todesfälle an Cholera. Hier wurde entschieden das Cholera-Contagium von erkrankten oder angesteckten Zugereisten eingeschleppt, aber es erwies sich für die einheimische Lyoner Bevölkerung als unschädlich, weil letztere nicht miasmatisch vorbereitet war.

Für die gleiche Ansicht spricht die örtliche Beschränkung des Typhus, der Cholera und des Gelbfiebers auf einzelne Stadttheile, auf einzelne Straßenseiten, auf Häusergruppen, einzelne Häuser, ja auf einzelne Stockwerke oder Zimmer und sogar auf Zimmer-Ecken, während die angrenzenden entsprechenden Theile der Wohnungen, Häuser, Straßen und Stadttheile von der Seuche verschont bleiben.

Die persönliche Empfänglichkeit des thierischen oder menschlichen Körpers für Infektionskrankheiten kommt dadurch zu Stande, daß in diesen oder jenen Körpertheilen oder auch gleichzeitig im ganzen Körper die chemische Beschaffenheit der Säfte sich von dem normalen Zustand so weit verändert, daß nun die betreffenden Infektions-Pilze im Wettkampf mit den Lebenskräften die stärkern werden.

Unter allen Infektionspilzen sind die Contagien-Pilze dem menschlichen Organismus gegenüber am stärksten; sie vermögen in geringster Menge Ansteckung zu verursachen. Darum sind sie auch auf große Entfernungen hin verschleppbar. Weniger energisch erscheinen die Miasmen- oder Bodenpilze. Sie können nur in größerer Anzahl Ansteckung bewirken; darum sind die Miasmen nicht verschleppbar, sondern an die Gegend oder den Landstrich gebunden. Noch weniger energisch sind die Fäulniß-Pilze, deren es einer noch weit größern Menge bedarf, ehe sie — in den Körper gebracht — Erkrankung verursachen.

Nägeli ist, wie wir schon im vorhergehenden Kapitel bei der Lebensgeschichte des Milzbrandpilzes gesehen haben, der Ansicht, daß die Infektionspilze aus andern Spaltpilzen entstehen, daß sie sich im Verlaufe der vielen und rasch aufeinander folgenden Generationen mehr oder weniger verändern und daß sie schließlich wieder in andere Spaltpilzformen übergehen. Jede ansteckende Krankheit ist einmal entstanden und entsteht neuerdings wieder freiwillig. (Die Kultur-Versuche, die neulich — seit dem Erscheinen des Nägeli'schen Buches — mit den Milzbrandpilzen angestellt wurden, ergaben Resultate, die durchaus diese Nägeli'sche Ansicht bestätigen). —

Die Cholera ist in Asien einheimisch — in Indien ist ihr Verbreitungs-Centrum, ihr Entstehungsherd, ihr Paradies. Ohne Zweifel bilden sich dort aus Miasmen-Pilzen (Bodenpilzen) von Zeit zu Zeit neuerdings die contagiösen Cholerapilze, wie wir unter Anderem aus der Thatsache schließen müssen, daß zwischen Bangalore und Madras ein tiefes Flußthal liegt, welches so siechhaft ist, daß eine Rast von wenigen Stunden unvermeidlich mit Cholera ansteckt. So verlor eine Truppenabtheilung von 400 Mann, die durch dieses Thal marschirte, obschon sie ihr gesundes Wasser mitbrachte und mit den Bewohnern in keiner Weise in Berührung kam, nicht weniger

als 80 Mann. „Wohl alle oder jedenfalls die Mehrzahl der Erkrankten hatten bloß Bodenpilze aufgenommen."

Außerhalb des Verbreitung-Centrums sterben die miasmatisch-contagiösen Krankheiten, wahrscheinlich durch Schwächung ihrer Pilze, bald aus.

Die Ansteckungsstoffe büßen ihre gefährlichen Eigenschaften durch große Hitze sogleich ein, manchmal sogar auch schon in kurzer Zeit durch sehr starkes Austrocknen; in feuchten Medien dagegen verlieren sie die Ansteckungsfähigkeit alsbald, sofern sie auf eine andere Nährsubstanz angewiesen sind, als diejenige, in der sie entstanden, vorausgesetzt, daß sie sich in dieser veränderten Nährlösung vermehren. Hiebei wandeln sie sich in andere Spaltpilzformen um. Nägeli und Dr. Buchner haben, wie wir schon im ersten Kapitel sahen, die Milzbrandpilze in Fleischextractlösung, also in einer andern Nährsubstanz gezüchtet, als diejenige, aus welcher die Milzbrandpilze entstammen. Das Resultat war bekanntlich, daß die durch viele Generationen hindurch vegetirenden und sich vermehrenden Milzbrandpilze nach und nach ihren ansteckenden, gefährlichen Charakter einbüßten und zuletzt ganz unschädliche Pilze, also physiologisch ganz veränderte Pilzformen darstellten.

„Am längsten bleiben die Infektionspilze ansteckungstüchtig, wenn sie nur soweit austrocknen, daß der Chemismus in den Zellen aufhört," wobei die Pilze in ein latentes Leben eintreten. Auch hierüber sind lehrreiche Thatsachen bekannt geworden. Wir erinnern an die trockenen Milzbrandsporen, die 4—5 Jahre in latentem Leben verharren und die Ansteckungsfähigkeit beibehalten können.

Sind einmal Ansteckungspilze in größerer oder geringerer Menge in den lebenden Körper eingedrungen, so müssen sie sich vermehren, wenn die Krankheit zum Ausbruch kommen soll. Auch müssen sie ohne Zweifel in den meisten Fällen ihre Natur verändern und durch ihre zersetzende Wirkung eine complicirte Reihenfolge von Störungen verursachen. Alle diese Vorgänge nehmen mehr oder weniger Zeit in Anspruch; es ist dies die sogen. Incubations-Periode, die Zeit zwischen Ansteckung und erfolgendem Ausbruch der Krankheit. Bei der Diphtherie dauert die Incubation 2—8, ja sogar bis 14 Tage: die längere oder kürzere Dauer zwischen Ansteckung und Ausbruch der Krankheit hängt wohl nur davon ab, ob die Uebertragung der Ansteckungspilze in einem Schleimtröpfchen mit Tausenden von Pilzzellen im frischen unveränderten Zustande oder aber in Form von einigen Luftstäubchen mit spärlichen, mehr oder weniger ausgetrockneten Pilzen geschieht, wobei natürlich auch noch die größere oder geringere Widerstandsfähigkeit des inficirten Organes in Rechnung fällt. Denn auf den Reiz, welchen die Vegetation der Spaltpilze im menschlichen Organismus hervorruft, erfolgt von Seite des letzteren eine Gegenwirkung (Reaction), welche die normale chemische Beschaffenheit der Säfte wiederherzustellen bemüht ist. Nur wenn diese Gegenwirkung stark genug ist und die Pilze schließlich den Kürzeren ziehen, ist Genesung möglich. Oft erfolgt Wirkung und Gegenwirkung, ohne daß die Krankheit bemerkbar wird. Der menschliche oder thierische Organismus kann den eingedrungenen Feind besiegen, ohne in merklicher Weise von ihm gelitten zu haben. Dabei wird die individuelle Empfänglichkeit für die betreffende Seuche entfernt und je nach der mehr oder weniger radicalen Umstimmung ist der Organismus für längere oder kürzere Zeit vor Ansteckung gesichert.

„Wie die Krankheit selbst, wirkt eine nahe verwandte Krankheit. Die Reaction,

welche durch die **Schutzpocken** eingeleitet wird, beseitiget nicht allein die individuelle Empfänglichkeit für die Schutzpocken, sondern auch diejenige für die Blattern." Hier erkennen wir deutlich den Anhänger der Schutzpocken-Impfung, zu denen Nägeli ganz entschieden gehört. Alle Argumente, die wir bisher über diese leidige Tagesfrage gehört haben, vermochten uns indeß nicht zum Anhänger des Impfzwanges zu machen. Es ist und bleibt Thatsache, daß bei der Schutzpocken-Impfung in allen Fällen, wo letztere wirkt, eben aus einem vorher Gesunden ein Kranker gemacht wird; man führt beim Impfen mit vollem Bewußtsein einen kleinen Teufel oder — wie die Erfahrung gelehrt hat — oft **mehrere** böse Geister in den reinen Tempel des gesunden Leibes ein, um den dort wohnenden guten Geist, den Genius der Gesundheit, frühzeitig in Aufregung zu bringen und ihm zu sagen, daß möglicherweise einmal ein größerer Teufel an der Thüre anklopfen könnte; er möge sich also gleich in seinen jungen Tagen daran gewöhnen, mit kleinen und großen Dämonen sich herumschlagen zu müssen. Wir meinen aber, daß es nicht wohlgethan ist, einen Gesunden auf kürzere oder längere Dauer krank zu machen, nur wegen der **fernen** Möglichkeit, daß er später einmal in Gefahr kommen könnte, stärker krank zu werden, indeß wir Mittel und Wege genug zur Hand haben, die ausbrechenden Gefahren auf kleinste Herde zurückzudrängen. Nägeli zeigt uns in der Folge fast für alle Fälle, zumal gegen Blattern-Epidemien, ganz sichere Vorsichtsmaßregeln, die bei ernstlicher Handhabung alles Impfen überflüssig machen müßten. Die contagiösen Krankheiten werden mit der wachsenden Gesundheitspflege immer seltener und gegen Pocken-Epidemien kann man weit besser und vernünftiger aufkommen, als durch die bisherigen Impf-Maßregeln.

Wir wenden uns zur Frage: **Wie verbreiten sich die Infektionsstoffe und auf welche Weise gelangen sie in den lebenden Körper?**

Von den Ansteckungsstoffen können blos die Contagien, d. h. die von kranken Thieren und Menschen herrührenden Ansteckungspilze, nicht aber die Miasmen- oder Bodenpilze, auf große Entfernungen verbreitet werden. Die Verbreitung geschieht durch Wasser, durch die atmosphärische Luft und durch den menschlichen Verkehr, sowie durch Thiere. Sie kann auf nassem oder auf trockenem Wege stattfinden. Im Wasser oder in flüssigen Medien überhaupt erleiden die Contagienpilze alsbald eine Umwandlung und werden unwirksam. Ja, in ganz reinem Brunnenwasser oder in Regenwasser werden sie durch Erschöpfung in kurzer Zeit unschädlich.*) Nur wenn im Wasser etwelche Nährstoffe vorhanden sind, so können sich die Contagienpilze vermehren; aber in diesem veränderten Medium, das ja so sehr verschieden von der Körpersubstanz, in welcher die Spaltpilze entstanden, gehen letztere bald in gewöhnliche Formen über. Bei der Verbreitung auf nassem Wege können die Contagienpilze nur wenige Tage unverändert bleiben.

Die Verbreitung der Contagien geschieht in den allermeisten Fällen auf trockenem Wege und zwar durch die Luft oder an der

*) „Mit Milzbrand-Bacterien stark verunreinigte Massen, welche in Wasser gelangen, verlieren sehr bald ihre Wirksamkeit und tragen zur Verbreitung des Milzbrandes nur ausnahmsweise bei. Alle Bemühungen, Milzbrand-Bacterien in destillirtem Wasser oder in Brunnenwasser zur Fortentwicklung und Vermehrung zu bringen, schlagen constant fehl. Auch von den Pestkeimen ist in glaubwürdiger Weise behauptet worden, daß sie im Wasser zu Grunde gehen." Dr. A. Wernich, im Kosmos, Nov. 1879 pag. 109.



Oberfläche und im Innern von trockenen Gegenständen. Nägeli weist mit physiologischen Gründen nach, daß die Ansteckungspilze länger wirksam bleiben, wenn sie in möglichst trockenen Auswurfsstoffen enthalten sind, ferner wenn die Auswurfsstoffe in sehr kleinen (mikroskopischen) Partien sich vom Körper loslösen, oder wenn sie bald, nachdem sie den Körper verlassen haben, sich in solche winzige Partien vertheilen, wie dies z. B. stattfindet, wenn feuchte Auswurfsstoffe mit trockener Leinwand in Berührung kommen, wobei das Wasser und die darin gelösten Stoffe rasch aufgesogen werden. Hiebei ist aber wohl zu beachten, daß die Contagienpilze nur dann unverändert bleiben, wenn sie einen gewissen Feuchtigkeitsgrad beibehalten. In trockener und warmer Luft verändern sie sich viel rascher, als in feuchter und kalter, ebenso verlieren sie ihre Ansteckungsfähigkeit schneller, wenn sie sich frei in der Luft befinden, weniger schnell, wenn sie — in trockenen Substanzen eingeschlossen — vor weiterer Verdunstung geschützt werden. Daraus erklärt sich die Thatsache, daß die Ansteckung nur auf kurze Entfernungen durch die Luft geschieht, auf größere Entfernungen nur durch Personen und Effekten erfolgt.

Es verhalten sich die Contagienpilze der verschiedenen Krankheiten auch ungleich. Während die einen ihre Ansteckungsfähigkeit kurze Zeit beibehalten, bleibt in andern Fällen die gefährliche Eigenschaft länger bestehen. Die Cholera-Keime sind z. B. nach einem Zug durch die Wüste, der zum mindesten 21 Tage dauert, sowie nach einer Meerfahrt von etwas längerer Dauer nicht mehr ansteckungsfähig. Dagegen scheint das Pockengift unter günstigen Umständen sich jahrelang erhalten zu können, wie der interessante Fall zeigt, wo in München mehrere Maurer an Pocken erkrankten, nachdem sie die Kalktünche eines Zimmers abgekratzt hatten, das 6—7 Jahre vorher Pockenkranke beherbergt hatte und dann getüncht worden war. Wahrscheinlich hatte dort der Kalkbewurf die den Wänden des ehemaligen Krankenzimmers anhaftenden Pockenkeime vor gänzlichem Austrocknen geschützt und also dazu gedient, die Contagienpilze für lange Jahre zu conserviren. Wiederum können wir auf die Milzbrandpilzsporen verweisen, von denen Dr. Koch nachgewiesen, daß sie in eingetrocknetem Blut mindestens 4—5 Jahre ihre Ansteckungsfähigkeit beizubehalten vermögen.

Da die Luft als Hauptvermittlerin bei der Uebertragung von Ansteckungsstoffen erscheint, so ist selbstverständlich die Frage von höchster Wichtigkeit:

Wie gelangen die Ansteckungspilze in die Luft?

In der richtigen, das heißt den thatsächlichen Verhältnissen entsprechenden Beantwortung dieser Frage ist auch die Basis gewonnen, auf welcher wir zu den allein vernünftigen Vorsichtsmaßregeln gegen die Ausbreitung von Seuchen gelangen. Nägeli hat denn auch sein Hauptaugenmerk auf diese Frage gelegt und wir dürfen wohl behaupten, daß seit der mikroskopischen Behandlung der botanischen Wissenschaften wohl keine einzige botanische Untersuchung zu dieser praktischen Bedeutung gelangte, wie die Nägeli'sche Lösung der Frage nach der Verbreitungsart der Spaltpilze. Und wenn wir wissen, daß der vorsichtige, vor aller Ueberstürzung sich freihaltende Pflanzen-Physiologe nicht weniger als zehn Jahre an das Studium der Spaltpilze verwendete und daß seine Versuche sich nach Hunderten zählen, so dürfen wir hier zum ersten Mal die wissenschaftliche Beantwortung jener Frage als durchaus vertrauenswürdig begrüßen.

Nägeli macht zunächst auf die allgemein verbreitete, landläufige, aber total irrige Meinung aufmerksam, daß die Ansteckungsstoffe durch Verdunsten mit den verdampfenden Wassertheilchen fortgeführt werden können. Daß die Ansteckungsstoffe kleine Pilze, also feste Körper und nicht etwa Gase sind, wird von Medicinern und Botanikern als Thatsache angenommen. Wenn die Infektionsstoffe aber Spalpilze sind, so zeigt Nägeli auf unwiderlegbare Weise, daß die Miasmen- und Contagienpilze nie und nimmer durch das verdunstende Wasser in die Luft geführt werden können.

Wer mit den einfachsten Grundsätzen der Chemie und Physik bekannt ist, der weiß, daß aus einer verdunstenden Flüssigkeit niemals darin enthaltene feste Stoffe herausfliegen können. Bekanntlich gelangen Salzmoleküle aus dem Meerwasser nur dann in die Luft, wenn durch mechanische Einwirkung z. B. beim Spritzen in Folge Ruderschlages oder bei stürmischer See durch den Wind Tropfen fortgeschleudert werden. — Ich erinnere mich hier an eine herrliche Meerfahrt von Triest nach Capo d'Istria und zurück:

Es war an einem heißen Sonntag-Nachmittag im August 1877, als ich mit einem Freunde den kleinen Vergnügungs-Dampfer benützte, um aus der wärmesprühenden Hafenstadt heraus, über das tiefblaue Meer nach dem etliche Meilen entfernten Capo d'Istria zu gelangen. Ein lauer Westwind begann eben die Meerfläche langsam in Bewegung zu bringen. In kurzer Zeit gingen die Wellen bald so hoch, daß sie anfingen, auf ihrem Kamme sich zuzuschärfen und weißen Schaum zu werfen. Die Luft, welche so rasch über die Wellen strich, war sehr feucht; denn der laue Meerspiegel verdunstete an diesem Tage bei jener hohen Sommertemperatur enorme Wassermengen. Nichtsdestoweniger konnte man keineswegs einen merklichen Salzgehalt der Atmosphäre wahrnehmen. Anders gestaltete sich die Sache am Abend, da wir auf demselben Dampfer zurückkehrten. Die See ging hoch, die Wogenwälle warfen lange Schaum-Krausen, der Wind war zum Gewittersturm geworden und führte fortwährend Theile der zischenden Schaummassen mit sich in die unruhige Atmosphäre. Am nächtlichen Himmel thürmten sich ringsum schwere Wolken, aus denen abwechselnd — bald da bald dort grelle Blitze herausleuchteten. Dieses großartige Schauspiel hielt uns auf dem Verdeck zurück. Aber alsbald waren wir von einer Salzkruste bedeckt; einmal über das andere hatte ich meine Brille zu wischen, denn jetzt enthielt die an uns vorbeitreibende Luft eine Unmasse kleiner Wasserbläschen, die an Brille und Kleidern platzend und verdunstend ihre Salzmoleküle zurückließen, während bei ruhigem oder nur leicht bewegtem Meere keine Salzmoleküle in die Atmosphäre übergeführt wurden.

Nägeli wollte auch dem stärksten Zweifler Gewißheit geben und stellte daher folgenden Versuch an: Ein offenes Glas mit fäulnißfähiger, also für die Vermehrung der Pilze geeigneter Flüssigkeit wurde unter eine Glasglocke gestellt und der lufterfüllte Hohlraum mit Quecksilber oder Wasser abgeschlossen. Durch Erhitzen des ganzen Apparates wurde sowohl die im Glase stehende fäulnißfähige Flüssigkeit, als auch die sie umspülende Luft in der Glasglocke ganz pilzfrei gemacht. Hierauf ließ man vorsichtig faulende Flüssigkeit unter die Glasglocke treten, ohne daß diese von Spaltpilzen wimmelnde Flüssigkeit anders als durch die Luft unter der Glasglocke mit der im offenen Glas stehenden fäulnißfähigen Flüssigkeit in Verbindung stand. Nun zeigte sich bei allen Versuchen, daß jenes Glas mit dem fäulnißfähigen Inhalt durchaus unver-

ändert blieb. Es gingen während Monaten und Jahren keine Spaltpilze durch den lufterfüllten Hohlraum der Glasglocke, obschon die Verdunstung noch unterstützt wurde, indem man Luft durch den Apparat saugte.

Daraus folgt, daß *von einem benetzten Körper oder von einer Flüssigkeit keine Ansteckungspilze in die Luft gelangen können.* „Aus jauchigen Flüssigkeiten, aus faulenden *nassen* Substanzen, aus *nassem* Sumpfboden erheben sich keine schädlichen Keime. Die von uns *ausgeathmete* Luft enthält niemals Ansteckungsstoffe, noch Pilzsporen, weil die Schleimhäute, an denen sie vorbeistreicht, benetzt sind. Dagegen können durch Husten, Lachen, Sprechen &c. Tröpfchen von Schleim und Speichel mit der ausgeathmeten Luft ausgeworfen werden.

Die Ansteckungsstoffe gelangen also in den meisten Fällen erst nach dem Austrocknen und zwar in Form von Staub in die Luft.

Aber wie gelangen sie in den Körper und unter welchen Umständen finden sie den Weg zu einer günstigen Stelle, wo sie sich entwickeln und vermehren können?

Nägeli kommt nach allseitiger Erwägung zu dem Schluß, daß die Ansteckung bewirkende Einwanderung der Spaltpilze in den lebenden Körper, sofern dieser letztere nicht irgendwo verwundet ist, nur durch die Lunge hindurch möglich ist. Mit der eingeathmeten Luft gelangen die Spaltpilze in großer Menge ebenso gut in die Alveolen der Lunge als Kohlenstaub, Eisenspähnchen, Kieselsplitterchen u. s. f. Während aber diese letztern Körper, weil sie leblos sind, in den Alveolen liegen bleiben, vermögen die Spaltpilze durch die dünnen Wände der haarfeinen Blutgefäße (Capillaren), welche ja in die Lungen-Alveolen hineinragen, hindurchzudringen. Die Zurücklegung dieses Weges erscheint als eine Bagatelle im Vergleich zu der Arbeit des Schimmelpilzes, der mit seinen feinen Fäden das härteste Holz durchbohrt. Wir haben zudem auch gesehen, daß die lebenden Spaltpilze auf feuchten Stellen sich nicht allein um ihre Axe drehen, sondern sich bohrend vorwärts bewegen. Sobald die Wandung der feinsten Lungen-Blutgefäße von den Spaltpilzen durchbohrt ist, so befinden sich die letztern im Blut, wo sie alle Bedingungen zur Weiterentwicklung antreffen. Sie finden im Blut nicht allein sämmtliche Nährstoffe im Ueberfluß, sondern auch Sauerstoff und vor Allem aus die günstigste Temperatur.

Aber auch durch *zufällige Wunden* können Spaltpilze in's Blut gelangen; das zeigt z. B. die Impfung, welche ja bekanntlich in einer absichtlichen Verwundung und in einer Injection *durch* diese Wunde besteht. Es ist thatsächlich erwiesen, daß *Milzbrand* durch Impfen beliebig übergetragen werden kann, ferner besteht kein Zweifel mehr, daß *Milzbrand* auch durch Fliegen und Bremsen auf gesunde Thiere verbreitet werden kann. Auch ist an die zahlreichen Fälle von Blutvergiftung durch Fliegenstiche zu erinnern, wobei das Insekt, welches sich erst einige Zeit auf einer Leiche aufgehalten hat, den Ansteckungsstoff als sogenanntes „*Leichengift*" vom Cadaver aus auf den gesunden Körper verschleppt und hier beim Stechen sozusagen einimpft.

Im Mund, in der Gaumenhöhle, in der Speiseröhre, im Magen, ja sogar im Darm entstehen gelegentlich und zwar viel häufiger, als man annimmt, Verwundungen. Dabei können Ansteckungsstoffe sehr leicht auch mit den genossenen Speisen eindringen und Infection bewirken. Nägeli hat in einem seiner Briefe an den Verfasser des „Illustr. Pflanzenlebens" erst kürzlich darauf hingewiesen (vergl. im vorhergehenden Cap. den Abschnitt über den Milzbrandpilz), daß die Heu-Bacterien, von denen höchst wahrscheinlich die Milzbrand-

pilze abstammen und immer wieder neu entstehen können, wohl häufig von Rindern, welche mit rauhem Heu gefüttert werden, auf diesem Wege, d. h. durch Wunden in der Mundhöhle, im Gaumen, an der Speiseröhre oder im Magen aufgenommen und in's Blut übergeführt zu werden vermögen.

Sind die Ansteckungspilze einmal in's Blut gekommen, so werden sie von dem Strom desselben fortgeführt, bis sie in die Haargefäße (Capillaren) gelangen, wo die Bewegung des Blutes eine langsamere ist. Hier können sie sich an der Innenwand festsetzen und ihre Vermehrung beginnen. Nur in seltenen Fällen und unter ganz besondern Umständen wird man sie in der ganzen Blutmasse zerstreut antreffen. Der Vermehrungsherd ist also im Capillargefäßnetz zu suchen; von hier aus können sie sich auch in die übrige Körpersubstanz und in die Lymphgefäße verbreiten.

Wir haben schon im vorhergehenden Kapitel gesehen, daß thatsächlich spiralig gekrümmte Spaltpilze im Blut von Recurrens-Kranken während der Fieber regelmäßig angetroffen werden. Bei andern ansteckenden Krankheiten hat man in manchen Fällen umsonst nach Pilzen im Blut gesucht, was aber keineswegs ein Beweis dafür sein könnte, daß überhaupt keine Pilze im Körper vorhanden sind. Im Gegentheil deuten die meisten Erscheinungen im Leben der Spaltpilze darauf hin, daß wir die Contagien-Pilze viel eher in den engsten Gängen der Blutbahnen, also in den verborgensten und schwerzugänglichsten Winkeln des erkrankten Körpers, als in dem breiten Strom des circulirenden Blutes selbst zu suchen haben.

Wie verlassen die Contagienpilze den kranken Körper?

Man könnte glauben, daß die im kranken Körper sich vermehrenden Ansteckungspilze den gleichen Weg zum Austritt suchen, den sie beim Eintritt passirt haben, daß sie also durch die Lungen und die Athmungswege den Körper verlassen. Durch das ruhige Athmen ist dies nicht möglich, wie wir oben schon gezeigt haben. Es könnte dies höchstens beim Husten oder Räuspern in Form von Lungenauswürfen oder Schleimtröpfchen geschehen. Ebenso wenig können die Ansteckungspilze von einer Leiche aus unmittelbar in die Luft gelangen. Wohl aber können sie in großer Menge enthalten sein in den Ausleerungen des Darmes und der Nieren, im Erbrochenen, in Eiter, Schleim und Hautabschuppungen. Von hier aus gelangen die Spaltpilze erst nach dem Austrocknen und zwar als Staub in die Atmosphäre.

Wir haben im Vorstehenden kurz und verständlich den Hauptinhalt der Lehre von den Contagien- und Miasmenpilzen skizzirt. Das Mitgetheilte beruht auf mühsam gewonnenen Resultaten exakter Forschung und auf jahrelangen zahllosen Beobachtungen. Gewiß wird es dem aufmerksamen Leser nicht entgangen sein, daß mancherorts bei der Darstellung der Lebensweise dieser kleinsten, aber auch gefährlichsten aller zudringlichen Organismen die Nutzanwendungen für uns selbst und die Erhaltung unserer Gesundheit so zu sagen auf der Hand liegen. In der That gibt es wohl kein Capitel in der ganzen botanischen Wissenschaft, das der praktischen Seiten so viele aufweist, wie das Capitel der Spaltpilze, speciell das Capitel der Miasmen- und Contagien-Pilze. Die Wissenschaft hat nun allerdings nicht in erster Linie den Zweck, praktischen Nutzen, der gleich mit Händen greifbar ist, anzustreben; ist sie ja doch die Blüthe edelsten Strebens

und Denkens, der Ausfluß eines unwiderstehlichen Dranges nach Erkenntniß und Wahrheit. Unser denkendes Geschlecht ringt nach Bewußtsein; es will das Dasein der Dinge, ihr Werden und Vergehen, ihr Entwickeln und ihr Ausarten begreifen; der Mensch will die Welt verstehen, will den Zusammenhang der Erscheinungen erkennen, will begreifen lernen, warum sich Alles so abwickelt, wie es vor unsern Augen geschieht. Und dieser Erkenntnißdrang frägt nicht in erster Linie nach dem leiblichen Wohlbehagen, welches uns aus dem Geistig=Errungenen hervorblühen könnte; er wirft alle materiellen Fragen eines rein vegetativen Lebens bei Seite, gleichsam sich selbst von den schleppenden Anhängseln des Alltagslebens befreiend: in diesem Sinne ist die Wissenschaft als höchste Geistesblüthe in allererster Linie sich Selbstzweck. Und daher kommt es, daß so häufig die Gelehrten, die sogenannten Diener der Wissenschaft, als sehr unpraktische Leute verschrieen werden. Manche von ihnen gehen unter dem Einfluß dieses wenig gerechten Vorurtheils in der That auch elendiglich zu Grunde. Der gewöhnliche Bürger betrachtet nur zu oft den Fachgelehrten als eine Art Luxusperson, vergessend, daß die meisten Errungenschaften wahrhafter Cultur, wie die technischen Wohlthaten des Weltverkehrs, nicht minder die Glaubens= und Gewissensfreiheit in letzter Instanz doch auf diese unpraktischen Luxus=Menschen und deren Thun und Treiben zurückzuführen sind. — Unter jenem Vorurtheil leidet seit alten Zeiten namentlich auch die Botanik. Galt ja doch bis in die neueste Zeit jeder Mensch, der mit einer Botanisirdose sich auf der Straße oder im Felde sehen ließ, als unpraktischer „Heusammler" und Träumer. Und mehr denn ein Mal ist es auf unsern Querzügen vorgekommen, daß uns der schlichte Bauer, die arme Holzleserin im Walde oder der Schärmauser auf saftiger Wiese naiv anfrug, wozu denn die von uns gesuchten Pflanzen dienen; weil man voraussetzte, daß wir in den gesammelten Objekten etwas „durchaus Nützliches" erblicken. Und selbst in gebildeteren Kreisen haben wir schon Lectionen anhören müssen, wie es viel ersprießlicher wäre, wenn wir Botaniker, anstatt nutzlose Pflanzen zu untersuchen und neugierig über dem Mikroskop zu sitzen, einmal auf den Einfall kämen, eine neue Nutzpflanze zu entdecken, damit die Armen endlich wieder ihr Brod billiger essen könnten. Aber diese Gelehrten sind unverbesserlich; sie gehen ihre eigenen Wege, was der gewöhnliche Bürger nicht begreifen will. Sie zermartern ihr Gehirn über dem Räthsel eines Processes, der in der mikroskopischen Zelle sich vor ihren Augen abspielt; sie seciren, präpariren und beobachten mit den schärfsten Istrumenten, bis ihnen die Augen übergehen, blos um zu erfahren, ob beispielsweise ein kleines, punktförmiges Körperchen, das sich im Gesichtsfeld des Instrumentes zeigt, eine oder 2 oder gar 4 Flimmergeißeln besitze. Und sie forschen Tag und Nacht, sie durchstöbern alle Pfützen und sammeln an allen Enden Beobachtungen um Beobachtungen, ohne daran zu denken, ob diese Anstrengungen der Menschheit je einmal Etwas nützen werden.

Aber eines Tages sind die vielen Beobachtungen zahlreich und überzeugend genug, um plötzlich eine große Wahrheit, bisher unerkannt, in's grellste Licht zu setzen. Dann kommt der Praktiker und prüft die Wahrheit auf ihren materiellen Werth; er bringt sie zum Menschen und zum menschlichen Leben in Beziehung und entdeckt eine praktische Seite, eine höchst nützliche Seite an ihr.

So — ungefähr — erging es bei der Entdeckung und bisherigen Erforschung der Spaltpilze. Die Untersuchung derselben ist eine ziemlich augenmörderische Arbeit und dennoch hat sie viele Forscher angelockt und für lange Zeit festgehalten. Eine

Unzahl verschiedener publicirter Arbeiten legt Zeugniß davon ab. Es bedurfte endlich eines kritischen Kopfes, um das literarische Material nach seinem wissenschaftlichen Werth zu sichten, das Zuverlässige zusammen zu stellen und vorhandene Lücken, da wo es am dringendsten Noth that, auszufüllen.

Auch blieb schließlich der Praktiker nicht aus, der noch den großen Vortheil besitzt, zugleich Theoretiker zu sein: Nägeli — dem wir die vorstehende Theorie der Spaltpilze verdanken — führt uns nun auch noch a'f das Feld fruchtbringender, höchst nützlicher Anwendung. Er wird zum Reformator d : Gesundheitspflege und zeigt mit einem Mal, daß der Botaniker nicht immer eine „Luxus-Person", sondern mitunter ein großer Wohlthäter sein kann. Wir verschmähen diese Nutzanwendungen nicht, sondern registriren sie hier dankbarst als Anhang zur Spaltpilzkunde.

Aus der Lehre von den niedern Pilzen zieht Nägeli die Schlußfolgerungen in der Richtung der Gesundheitspflege. Zunächst beschäftigt er sich mit den hygienischen Eigenschaften des Wassers.

Das Wasser ist in neuerer Zeit zum wahren Sündenbock für alle möglichen und unmöglichen Uebel gestempelt worden. Wenn die Aerzte zur Erklärung dieser oder jener Erscheinung keinen Rath mehr wissen, so greifen sie zuletzt noch auf das geduldige Wasser, das ja nicht reden, wohl aber trüb sein kann, und selbst wenn es klar ist, noch eine Unzahl von geheimnißvollen Keimen enthalten soll. Und ein landläufiges Urtheil über die Reinheit oder Unreinheit des Wassers ist wiederum päpstlicher als der Papst selber. Heute versichert uns jedes Schulkind, daß selbst im klarsten Glas Trinkwasser Tausende und Millionen von sogenannten Infusorien herumkrabbeln. Das ist aber einer der größten Irrthümer, die in sonst gutunterrichteten Kreisen sich wie eine Krankheit forterben, und dieser große Irrthum mag sogar mit ein Grund sein, daß mancherorts so viele Leute gar kein Wasser mehr trinken wollen, sondern bei großem Durst sich lieber durch gefälschten Wein vergiften.

Zur Besprechung der hygienischen Eigenschaften des Wassers genügt die alleinige Berücksichtigung des Trinkwassers und von diesem kann selbstverständlich nur das wirklich verunreinigte zur Sprache kommen. Die Verunreinigungen des Trinkwassers können aus viererlei Substanzen bestehen und zwar:

Erstens aus unorganischen und organischen, löslichen und unlöslichen Stoffen, die durchaus unschädlich sind. Sie machen weitaus die größte Menge der Verunreinigungen aus. Hieher gehören z. B. Mineralsalze, wie kohlensaurer Kalk im sogen. „harten" Wasser, das dadurch gerade recht schmackhaft wird. Lehm- und Schlammtheilchen machen das Wasser trüb, aber nicht gesundheitsschädlich; Splitter von Pflanzengeweben und Fasern organischen Ursprungs können das Wasser bis zum Erregen von Ekel trüb machen, ohne daß uns beim Genuß irgend welcher Schaden droht.

Zweitens aus Stoffen, die auf den Organismus als Gifte wirken, wie z. B. Arsenik-, Blei- und Kupferverbindungen. Dergleichen Verunreinignngen sind sehr selten und stehen mit den ansteckenden Krankheiten in keiner Beziehung.

Drittens aus niedern Pilzen und den Zersetzungs-Produkten derselben (die Fäulniß eingeschlossen), sowie aus andern niedern Lebewesen; ausgenommeu bleiben von dieser Categorie die Infektionsstoffe, d. h. die Miasmen- und Contagien-Pilze. Alle jene niedern Organismen, wie Schimmelpilze und deren Keime, Fäulnißpilze und deren Zersetzungsprodukte, niedere Algen und die sogenannten „Infusionsthierchen" (Infusorien)

kommen selbst im verdorbensten Wasser nicht in jener Menge vor, welche hinreichen könnte, dem gesunden Menschen Schaden zu bringen. Wir verzehren mit unsern Nahrungsmitteln weit größere Mengen dieser Stoffe, ohne dabei krank zu werden. Wohl kann hier die ästhetische Seite in Frage kommen; denn Trinkwasser, in welchem Schalenkrebse und Cyclops-Arten lustig sich herumtummeln und weiße und rothe Würmer auf- und niederschlängeln, wie man es in Privathäusern und Cafe's in Triest sehr häufig zum Genusse vorgestellt erhält, erregt Ekel bis zum Erbrechen, während dasselbe Wasser sammt seiner Menagerie — mit tapferem Muth getrunken, keinerlei Schaden verursacht. Auch hier bewegen wir uns auf dem Boden von Thatsachen. Das Trinkwasser, welches von einem großen Theil der Bewohner Triest's und seiner Umgebung genossen wird, würde in Zürich von Niemandem getrunken, nicht einmal zum Waschen von Küchengeschirr benutzt werden. Ich habe im August 1877 während mehrerer Wochen jeden Morgen, bevor ich den Kaffee zu mir nahm, ein beträchtliches Quantum kühlen Wassers getrunken, das einer Cysterne entnommen war, und von kleinen Wasserthieren buchstäblich wimmelte, was ich in den ersten Wochen ganz übersah; trotzdem befand ich mich bei solchem Wassergenuß (NB. das Wasser gelangte also mit sammt seiner Bevölkerung jeweilen in den leeren, nüchternen Magen) ganz vortrefflich, ebenso wohl und gesund, als beim Genuß des klarsten Quellwassers.

Viertens kann das Trinkwasser auch verunreinigt sein von eigentlichen Ansteckungsstoffen, d. h. Miasmenpilzen oder Contagienpilzen, oder sogar von beiden zugleich. Nägeli zeigt jedoch, daß selbst in dem Falle, wo solche Pilze im Trinkwasser vorkommen, dieselben durchaus unschädlich sind, da sie beim Eintritt in den Körper, durch Mund und Speiseröhre in den Magen gelangend, gar keine Aussicht haben, sich festzusetzen und zu vermehren. Es könnte dies höchstens in den Fällen stattfinden, wo solche Pilzchen zufällig gerade eine wunde Stelle im Mund oder Speisekanal antreffen und sich dort festsetzen würden. Diese Möglichkeit ist aber so gering, daß man sie füglich unberücksichtiget lassen kann. „Wenn daher der Arzt vor einem unreinen Trinkwasser warnt, weil dasselbe eine Infektionskrankheit verursachen möchte, so könnte er mit hundert Mal mehr Recht die Enthaltung vom Eisenbahnfahren als Schutzmaßregel gegen Beinbruch empfehlen; denn es besteht gewiß eine hundert Mal größere Wahrscheinlichkeit für ein Eisenbahn-Unglück als für eine Ansteckung durch Trinkwasser."

Außer den vier genannten Arten von Verunreinigungsstoffen des Wassers gibt es keine weiteren mehr. Etwas Anderes ist unmöglich; wir gelangen somit zu dem Satz:

Das Trinkwasser aus Brunnen, Flüssen, Teichen, Seen, oder als Grundwasser aus Ziehbrunnen geholt, kann der Gesundheit nicht schaden, am allerwenigsten ansteckende Krankheiten verursachen, selbst dann nicht, wenn es stark verunreiniget ist.

Hiegegen wird sich ein Sturm von Widerspruch erheben; denn dieser Satz steht ja mit der landläufigen Meinung über die Eigenschaften des Trinkwassers in direktestem Widerspruch. Allein die vorsichtig gesammelten, richtig ermittelten Thatsachen und die durch den einfachen gesunden Verstand daraus abgeleiteten Folgerungen werden schließlich doch mächtiger sein, als das auf unklaren und durchaus unrichtigen und unwissenschaftlichen Ansichten und auf ganz falsch gedeuteten Thatsachen beruhende Vorurtheil. Es ver-

lohnt sich der Mühe, den angeführten Hauptsatz über das Trinkwasser noch durch einige weitere Thatsachen aus dem Alltagsleben zu illustriren: Wir genießen in unsern Nahrungsmitteln eine Unzahl von Spaltpilzen **mit** und **ohne** Fäulnißstoffen, so in der sauren Milch, in kaltem, vorher gekochtem Fleisch, an rohem Schinken und an rohem Rauchfleisch, im Käse, der durch seinen oft betäubenden Gestank kundgibt, daß er durch Fäulnißpilze in höchstem Grade der Zersetzung unterworfen wurde und in jedem kleinen Bröckchen uns Millionen und Milliarden von Fäulnißpilzen zuführt. Wir genießen oft in einer Minute hundert Mal mehr lebende Spaltpilze, als während eines ganzen Jahres, wenn wir das schlechteste Trinkwasser genießen — und dennoch bleiben wir gesund, selbst wenn wir faulendes Fleisch, Geflügel und Gewild mit dem berühmtesten Haut-goût (Aasgeruch) verschlingen. — Weiter: In manchen bewohnten Gegenden der Erde gibt es nur altes, trübes, fauliges und verunreinigtes Regenwasser, das den dort lebenden Menschen jahraus jahrein als Trinkwasser dient und ihnen Nichts schadet, so in quellenlosen Gebirgsgegenden, wie auf der Hochebene des Karstes (zwischen Adelsberg und Triest) wo stundenweit kein anderes als Regenwasser anzutreffen ist. Das dem Fremden dort servirte Trinkwasser sieht so bedenklich aus, daß man es bei großem Turst lieber stehen läßt, als den Ekel überwindet. Und trotzdem erweist sich der Genuß dieses Wassers durch die lange Erfahrung ganzer Generationen hin als unschädlich. Die dortige Bevölkerung ist gesund und Cretinen gibt es nicht. — Ein weiteres Beispiel: In Egypten wird das gelbe lehmige Nilwasser als Trinkwasser benützt. „Es ist voll kleinen Ungeziefers und führt den ganzen Unrath Egyptens, darunter kleine und große Thierleichen, mit sich. Trotz alledem wird es als wohlschmeckend und gesund hochgepriesen und erregt die Sehnsucht derer, die es einmal getrunken haben." Endlich mag noch eine Thatsache angeführt werden, die ganz speciell im Gegensatz zu der Meinung steht, als könne durch Trinkwasser **Typhus** und **Cholera** verbreitet werden. In Kassim-Bazar — so berichtet Dr. Douglas-Cunningham — herrschte 1869 eine sehr heftige Cholera-Epidemie. Der Stadttheil Naja Bazar, etwa eine englische Meile flußabwärts liegend, blieb von der Seuche verschont, obgleich die **Bewohner nur das Wasser aus dem Fluße zu trinken hatten, der von Kassim Bazar kam und damals äußerst wenig Wasser führte; in diesem Flüßchen badeten die Bewohner der Cholera-Stadt, reinigten ihre Wäsche und bestatteten nach indischem Ritus die Cholera-Leichen.**

Es versteht sich von selbst, daß hiemit der Unreinheit des Trinkwassers nicht etwa ein Loblied gesungen werden soll. Wenn man es haben kann, so wird ein reines Wasser immer dem unreinen vorzuziehen sein, nicht aus Gesundheitsrücksichten, sondern mehr des guten Geschmackes wegen. Aber eben so gewiß ist, daß die chemische und mikroskopische Untersuchung des Trinkwassers, wenn es sich nicht um zufällige oder verbrecherische Vergiftungen im engeren Sinne des Wortes handelt, überflüssig ist. Selbst wenn Ansteckungsstoffe in großer Menge im Wasser vorhanden wären, so könnten sie unmöglich als solche sicher nachgewiesen werden und wäre dies auch der Fall, so hätte der Nachweis keinen Nutzen, wie aus dem Obigen ersichtlich ist.

Nach dem Vorhergehenden ist es somit selbstverständlich, daß das Filtriren (Seihen) des Trinkwassers gar keinen hygienischen Nutzen bringt. Es dient einzig und allein einem ästhetischen Bedürfniß, dem „guten Geschmack." Die gegenwärtigen Filtrations-Einrichtungen, wie sie z. B. bei der stadtzürcherischen Wasserversorgung in Anwendung

gebracht wurden, hindern keineswegs, daß allfällig vorhandene schädliche Pilzkeime mit dem Wasser in die Vertheilungsröhren gelangen, also dem Trink- und Kochwasser beibehalten bleiben; denn die Spaltpilze, die allein in Frage kommen könnten, sind so klein, daß sie von diesen großen Filtern gar nicht zurückbehalten werden. Ich kann aus eigener Erfahrung auch versichern, daß in dem filtrirten Wasser aus dem Zürichsee, das nun in alle öffentlichen und Privatgebäude geleitet und allgemein nicht bloß zum Kochen und Waschen, sondern auch als Trinkwasser in Gebrauch ist, Spaltpilze und Algen-Keime wirklich in größerer Zahl vorhanden sind, als in irgend einem bisher benützten klaren Quellwasser. Davon kann sich Jedermann überzeugen, der mikroskopische Culturen von unvermengten kleinen Algen während etlicher Monate mit Benützung dieses filtrirten Seewassers züchtet. Es wird nicht lange dauern, bis seine Rein-Cultur von eingewanderten Algen anderer Art und von einer Unzahl von Spaltpilzen verunreinigt sein wird; unter letzteren, zu denen ja auch die Contagien- und Miasmenpilze gehören, wird man eine typische Form von Sumpfwasserpilzen treffen, die große Aehnlichkeit mit dem (auf Taf. I. Fig. III dargestellten) Spaltpilz des Rückfall-Typhus besitzt. Es ist keine Frage, daß jene Spaltpilze, die von den Anwohnern des Zürichsees beim Waschen der verschiedenen Gegenstände, welche mit Epidemisch-Erkrankten in Berührung kamen, in den See hinaus geschickt werden, gelegentlich auch durch die Wasserleitung der Stadt passiren und den hiesigen Einwohnern im Trinkwasser servirt werden. Diese Einrichtung steht weder mit den Grundsätzen des „guten Geschmackes," noch mit dem althergebrachten Vorurtheil, daß durch Trinkwasser Epidemien verbreitet werden können, in Einklang; aber nichts destoweniger dürfen sich die Stadtzüricher über den Charakter ihres Trink- und Kochwassers beruhigen. Das Beispiel von Naja Bazar enthebt sie jeder weitern Besorgniß. Haben wir ja gesehen, daß selbst dann, wenn contagiöse Pilze wirklich in Masse genossen werden, selbige unschädlich sind.

Von höchster Bedeutung ist dagegen die Verunreinigung der atmosphärischen Luft, welcher Nägeli ein größeres Kapitel widmet.

Ein Hauptmangel der bisher allgemein angewendeten Vorsichtsmaßregeln gegen die Ausbreitung der Seuchen besteht in der Vernachlässigung der Luft, von welcher jeder Mensch täglich im Durchschnitt 8000 Liter einathmet, während man durchschnittlich wohl weniger als $^1/_2$ Liter Wasser trinkt. Dem Wasser, das unschädlich ist, hat man die größte Aufmerksamkeit geschenkt, die unendlich verhängnißvollere Luft behandelt man nur so als Nebensache.

Die schädlichen Verunreinigungen der Luft sind entweder Gase, wie z. B. Kohlensäure, Kohlenoxyd, Ammoniak, Schwefelwasserstoff; nur in großer Menge wirken dieselben giftig; sie können aber durch den Genuß unangenehm werden — mit den Ansteckungskrankheiten stehen sie dagegen in keiner Beziehung. Oder aber es sind die Verunreinigungen der Luft staubartiger Natur, also kleine feste Körperchen. Schwere unorganische oder organische Partikelchen fallen alsbald zur Erde, während die leichtesten Staubkörnchen — für unser Auge kaum oder gar nicht sichtbar — von jedem leisen Windhauch fortgetragen und in der ruhenden Luft schwebend erhalten werden. Es versteht sich von selbst, daß solche leichte Körperchen mit jedem Athemzug in die Lunge kommen können. Für die ansteckenden Krankheiten können aber nur die lebensfähigen Spaltpilze in Betracht kommen, die — von Kranken herrührend — als Contagien, vom Boden aus in die Luft und in den menschlichen oder thierischen Körper gelangend, als Miasmen bezeichnet wurden.

Welche Merkmale besitzt die inficirte, die miasmatische und die contagiöse Luft?

Ein Hauptirrthum, der als weitverbreitete Vorstellung nicht allein im großen Publikum, sondern auch in manchen wissenschaftlichen Kreisen sein Dasein führt und zu einer Unzahl von verkehrten Maßregeln Anlaß gab und noch gibt, besteht darin, daß man wähnt, die inficirte, d. h. gefährliche, Ansteckung verursachende Luft müsse sich durch einen übeln Geruch auszeichnen. Daher wird gemeiniglich jede übelriechende Atmosphäre als verdächtig bezeichnet.

Gegen diesen Grundirrthum sprechen zwei Momente: die wissenschaftliche Beobachtung der Zersetzungsprocesse und die tägliche Erfahrung. Die Wissenschaft sagt, daß so lange eine Zersetzung andauert und sich übelriechende Gase entwickeln, aus der in Zersetzung begriffenen Substanz, weil sie naß oder feucht ist, keine Spaltpilze in die Luft gelangen. Wenn sich bei einer Zersetzung also gefahrbringende Keime entwickeln sollten, so können sie nur als trockener Staub in die Luft gelangen, als solcher sind sie aber geruchlos.

„Die Fäulnißprocesse sind demnach unschädlich, so lange sie übelriechende Gase verbreiten; sie bringen uns erst Gefahr, wenn der Gestank verschwunden ist und der keimführende geruchlose Staub mit der Athemluft in unsern Körper gelangt.“

Dieser einfache Gedankengang zeigt uns recht augenscheinlich die Verkehrtheit der bisherigen Praxis. Allgemein hält man z. B. ein Schlachtfeld, wo unbeerdigte oder ungenügend bedeckte Leichen von Menschen und Thieren den widerwärtigen Cadaver-Geruch verbreiten, nur so lange für gefährlich, als die Atmosphäre durch übelriechende Gase „verpestet“ wird, während man den dortigen Aufenthalt alsobald für ungefährlich erachtet, als diese Gerüche sich nicht mehr kundgeben und die Luft — wie man sagt — „rein“ ist. Allein die Wissenschaft beweist gerade das Gegentheil von dem landläufigen Urtheil; denn die Gefahr beginnt erst recht, wenn die Gerüche schwinden. Das Gleiche gilt von den festen und halbflüssigen Auswurfsstoffen, wie z. B. von den Cholerastühlen, die nur dann gefahrdrohend werden, wenn sie austrocknen, nicht mehr riechen und als trockene Partikelchen in die Luft gelangen können. Hieraus haben wir den Schluß zu ziehen, daß eine übelriechende Luft in der Regel weniger gefährlich ist, als die geruchlose, welche unmittelbar an derselben Stelle in der nächsten Zeit auf jene erstere folgt.

Auch die tägliche Erfahrung lehrt, daß nicht die übelriechenden Stoffe als solche für die Ansteckung günstig sind. Beispiele sind lehrreich: Der Gärtner und Landwirth führt Jauche und Dünger mit abscheulichem Geruch auf das Feld und die Wiesen; er verbreitet sie sorgfältig und verweilt tagelang in einer „verpesteten“ Atmosphäre, die der feinnasige Städter meidet; der Bauer bleibt aber trotzdem gesund. Die Atmosphäre in Rindvieh- und Pferdeställen dient nicht selten als Schlafstelle. Die Luft der Kuhställe wird für Brustkranke als klimatisches Heilmittel empfohlen.

Ganz ebenso wenig, als die im trockenen Zustand in Staubform in die Luft gelangenden Contagien- und Fäulnißpilze einen wahrnehmbaren Geruch besitzen, ebenso wenig können wir die als Miasmen aus dem Boden kommenden Infektionspilze durch den Geruch wahrnehmen. Die Luft über dem gefährlichsten, miasmareichsten Sumpfboden ist geruchlos, oder wenn sie einen Geruch besitzt, so kommt dieser nicht

von Pilzen her und kann nicht schädlich wirken, da diese Gasarten ebenso wenig, als Ammoniak und Schwefelwasserstoff (letzterer ist bekanntlich der Geruch von faulen Eiern) Ansteckung bewirken.

Aber der denkende Leser wird am Ende gar einwenden, daß die stinkende Luft doch schädlich sein müsse, weil sie unseren Geruchsorganen, dem Körper, der doch so weise eingerichtet erscheint, unwillkürlich widerwärtig und instinctiv unangenehm ist. Unser Körper — so lautet der Einwand — werde nicht umsonst einen solchen Aberwillen gegen faulende Substanzen bekunden, wenn hinter diesen letztern nicht eine Gesundheits-Schädlichkeit stecke. In der That ist der Einwand sehr am Platz. Aber der darwinistische Physiologe, dem wir bisher auf seinem Gedanken- und Lehrgang gefolgt sind, hat eine ganz andere vernünftige Erklärung für unsern Widerwillen gegen Zersetzungsgerüche. Nägeli bekennt sich auch hier ungezwungen zur natürlichen Zuchtwahl im Kampf um's Dasein und wir wollen ihm das nicht gering anschlagen, zumal in einer Zeit, wo die Reaction an allen Enden spuckt und sich anschickt, dem Genius der freien Wissenschaft und Lehre die Flügel zu stutzen.

Wir lassen hier dem Physiologen selbst das Wort:

„Zunächst ist zu bemerken, daß jener Grundsatz, unsere Sinne bezeichnen durch ihr Wohlbehagen oder Mißbehagen, was uns zuträglich oder schädlich sei, doch in seiner Allgemeinheit auf ziemlich schwachen Füßen steht. Wir sehen dies deutlich am Geschmacksorgan und theilweise auch am Geruchsorgan. Mit wohlschmeckenden Speisen und Getränken macht man sich krank und mit bittern und widrigen Medizinen kurirt man sich wieder. Gewisse Speisen werden erst gegessen, nachdem sie Zersetzungsprocesse, bei denen sich viele Spaltpilze bilden, durchgemacht haben, und dadurch gewiß nicht zuträglicher, wenn auch nicht schädlich geworden sind. Der Feinschmecker verlangt, daß am Wildpret und an einigen Käsesorten die begonnene Fäulniß bemerklich sei. —

Dennoch hat die Ausbildung unseres Geschmacks- und Geruchsorganes im Großen und Ganzen gewiß die Bedeutung, die man ihr zuschreibt. Aus den Forschungen der neuern Zeit auf phylogenetischem Gebiet (dem Felde der Entwicklungsgeschichte unserer pflanzlichen und thierischen Stammbäume), die wir vorzüglich Darwin verdanken, geht unbestreitbar hervor, daß die Sinnesorgane sich als nützliche Einrichtungen erwiesen haben, demnach muß auch der so allgemein vorhandene Abscheu vor Stoffen, welche nach Fäulniß riechen und schmecken, und die Vorliebe für wohlschmeckende und wohlriechende Substanzen eine naturgesetzliche Ursache haben. Es sind nützliche Instinkte, welche sich in der langen Geschichte des Menschengeschlechtes unter einfachen Verhältnissen durch Anpassung ausgebildet haben, die aber für unsere complicirten, durch Cultur vielfach veränderten Verhältnisse nicht mehr ausreichen und in manchen Beziehungen mit denselben in Widerspruch gerathen sind. (Dies ist bekanntlich das Schicksal aller natürlichen Anpassungen, aller Eigenschaften die sich unter dem Einfluß von bestimmten Umständen durch eine unendlich lange Generationsreihe ausgebildet haben und constant geworden sind. Unter veränderten Verhältnissen werden sie überflüssig, zuweilen selbst nachtheilig — vererben sich aber vermöge der erlangten Constanz noch durch eine lange Zeitperiode).

Der Abscheu vor dem Fäulnißgeschmack hat sich ohne Zweifel dadurch ausgebildet, daß die Lebensmittel im Allgemeinen mit der zunehmenden Fäulniß immer mehr die Eigenschaft verlieren, den Körper zu nähren und ihn als Genußmittel anzuregen.

Individuen, die gegen den Fäulnißgeschmack gleichgültig sich verhielten, oder denselben gar liebten, mußten als weniger leistungsfähig zu Grunde gehen und hatten somit keine Nachkommen, die ihre Geschmackseigenthümlichkeit erbten. Würden die Lebensmittel durch die Fäulniß an Nahr- und Genußwerth gewinnen, so hätte sich nothwendig der Geschmack der Menschen so ausgebildet, daß er ein faules Ei als Delikatesse betrachtete.

Aus dem gleichen Grunde ist uns der Fäulnißgeruch widerwärtig; das Geruchsorgan zeigt uns die Gefahr an und warnt das Geschmacksorgan. Individuen mit einer für die Fäulniß empfindlichen Nase mußten unter übrigens gleichen Umständen die besser genährten sein. Dieser Erklärungsgrund reicht vollkommen aus, um unsern Abscheu vor dem Gestank begreiflich zu machen.

Es ist aber möglich, daß noch eine andere Ursache mitwirkte, um das Geruchsorgan in dieser Richtung auszubilden. Die Fäulnißpilze sind zwar, wie ich früher zeigte, viel weniger gefährlich als die Miasmen- und Contagienpilze; in größerer Menge aber verursachen sie ebenfalls krankhafte Störungen. Der Aufenthalt an Orten, wo fortwährend Fäulnißprocesse statt haben, wo stets auch ausgetrocknete Fäulnißstoffe sich befinden, wo vielleicht auch Miasmen sich bilden, ist demnach ungesund. Solche Stätten mochte es im Urzustande wohl geben, wo die noch halbwilden Menschen die Jagdthiere verzehrten und wo sich Abfälle und Auswurfsstoffe anhäuften. Die Luft an diesen Orten war nicht nur mit übelriechenden Gasen, sondern auch mit schädlichen Keimen beladen. Diejenigen Individuen, welche durch ihr Geruchsorgan veranlaßt wurden, solche Stätten bald zu verlassen, mußten im Vortheil sein, gegenüber denjenigen, denen ihre Nase erlaubte, sich daselbst aufzuhalten und sich zur Ruhe hinzulegen.

Aber wenn auch der Widerwille vor dem Fäulnißgeruch aus dem zuletzt genannten Grunde entstanden ist, so folgt daraus keineswegs, daß eine übelriechende Luft die Trägerin von schädlichen Keimen sein muß. Es folgt daraus bloß, daß in der Urzeit des Menschengeschlechts unter ursprünglichen und natürlichen Verhältnissen Fäulnißgeruch und Ansteckungsstoffe nicht selten zugleich auftraten. Der Widerwille vor dem Fäulnißgeruche erklärt sich dann aus dem auch anderweitig constatirten Umstande, daß es dem Menschen an einem Sinnesorgan für die Wahrnehmung der Infectionsstoffe mangelt und daß deßwegen der Organismus sich bei der Anpassung der Sinnesorgane daran gewöhnte, diejenigen wahrnehmbaren Verhältnisse zu verabscheuen, welche einst am häufigsten mit den Infektionsstoffen vergesellschaftet waren. In unserer Zeit könnte die Lage der Dinge eine ganz andere, selbst entgegengesetzte geworden sein; es könnte in Folge veränderter Einrichtungen der Fäulnißproceß zeitlich von dem Austrocknungsproceß getrennt sein, so daß die stinkende Luft immer unschädlich, die geruchlose dagegen mehr oder weniger gefährlich und unser einst vortrefflich angepaßtes Geruchsorgan jetzt in diesem Punkte ein *falscher Rathgeber* geworden wäre." —

Man hat versucht, die staubigen Verunreinigungsstoffe der Luft einer mikroscopischen Untersuchung zu unterwerfen, um aus dem Befund auf die Schädlichkeit und Ansteckungsfähigkeit zu sichern Schlüssen zu gelangen. Allein wie jeder Mikroscopiker und Pilzphysiologe sofort einsehen wird, ist dies ein eitles Beginnen, denn die Miasmen- und Contagienpilze, um welche es sich hier ja allein handeln kann, sind so klein, daß sie — zumal wenn sie mit andern organischen Partikelchen vermengt sind, wie dies ja in der Luft immer der Fall sein wird — als Miasmen- und Contagienpilze nicht erkannt werden können. Wir haben ja — um nur auf ein sicher ermitteltes Beispiel zu ver-

weisen — bei der Betrachtung des Milzbrandpilzes und seiner Entwicklungsgeschichte (vergl. d. 1. Kapitel) gesehen, daß der Milzbrandpilz in Form und Fortpflanzungsweise ganz den ungefährlichen Heu-Bacterien gleicht und daß kein Mikroskopiker im Stande ist, beiderlei Pilze von einander zu unterscheiden, wenn er nicht zum Experiment, hier speciell zu Impfversuchen greift; die mikroskropische (und auch die chemische) Untersuchung des Rückstandes einer filtrirten Luft gibt uns also keinen Aufschluß über deren Ansteckungskeime. Erst wenn einmal auf dem Wege des Experimentes, z. B. durch Züchtungsversuche die Wirkungen dieses Rückstandes geprüft werden können, wird man im Stande sein, über die ansteckende Befähigung einer untersuchten Luft ein Urtheil abzugeben. Hier hat die Wissenschaft noch ein schwieriges Problem zu lösen, das vielleicht erst in der fernen Zukunft bewältiget wird. Es sind daher, beim gegenwärtigen Stand unserer wissenschaftlichen Hülfsmittel die da und dort auftauchenden Behauptungen sehr vorsichtig aufzunehmen, wonach es gelungen sein solle, einen Malaria-Pilz im Boden, im Wasser und in den untern Luftschichten über Sumpfgegenden nachzuweisen, der als Ursache der Sumpf- und Wechselfieber zu betrachten sei. Für den Pilzphysiologen ist es kein Zweifel, daß solch' ein Pilz vorhanden ist; aber es wird unendlich schwer sein, desselben habhaft zu werden und ihn nicht allein im kranken Körper, sondern auch dort, wo er entstanden ist und immer wieder entsteht, zu verfolgen.

Heute kann man über die Schädlichkeit der Luft bloß durch Schlüsse aus dem Nachweis des Ursprunges und der Verbreitbarkeit des in ihr enthaltenen Staubes ein Urtheil abgeben. Und hiebei dürfen wir uns wiederum nicht durch die irrige Vorstellung leiten lassen, als ob die Miasmen- und Contagienpilze als Staub mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden können. Die Spaltpilze sind im Gegentheil, wie wir schon im vorhergehenden Kapitel gesehen haben, so klein, daß sie in der Luft schwebend selbst dann nicht einmal sichtbar sind, wenn ein Sonnenstrahl durch eine kleine Oeffnung in das Zimmer dringt. Die als Sonnenstäubchen dem unbewaffneten Auge noch wahrnehmbaren schwebenden Partikelchen sind vielmal größer, als die gefährlichen Spaltpilze. Letztere sind nur mit Anwendung der stärksten Linsen-Systeme durch das Mikroskop nachweisbar. Also nicht der sichtbare, vom Sonnenlicht beleuchtete Staub ist es, welcher als Miasma und Contagium betrachtet werden darf, sondern eben jener feinste Staub, welcher sich der direkten Sinneswahrnehmung, d. h. dem unbewaffneten Auge, dem Geruchsinn und dem Geschmacksinn durchaus entzieht. Es leuchtet sofort ein, daß dieser feinste Staub sich mit ungeheurer Leichtigkeit in der Atmosphäre verbreitet, mit einer Leichtigkeit, die in gewissen Fällen nahezu an die Leichtigkeit der Zerstreuung von Gasen grenzt.

Wie kann man sich aber gegen eine von contagiösen oder miasmatischen Spaltpilzen verunreinigte Luft schützen?

Die Unschädlichmachung der inficirten Athmosphäre ist bei unsern jetzigen Mitteln unmöglich, da man die uns umgebende Luft nicht staubfrei machen kann. Der Einzelne könnte sich höchstens dadurch vor den zudringlichen Infectionspilzen der Atmosphäre schützen, daß er einen Luftfilter, einen passenden Respirator vor die Eingänge zum Athmungs-Apparat anbrächte, um den Staub abzuhalten. Dies Mittel dürfte aber wegen seiner Lästigkeit kaum allgemeine Anwendung finden.

Die Betrachtung der gesundheitsschädlichen Verunreinigungen der Luft führt uns ungezwungen zur Untersuchung der Bodenfrage.

Die hygienischen Eigenschaften des Bodens sind auch maßgebend für diejenigen der Luft, welche über ihm liegt oder über ihn wegstreicht. Ueber die diesbezüglichen Fragen fand Nägeli bereits schon eine große Zahl von Antworten mancherlei Art vor; denn die Bodenfrage trat schon vor geraumer Zeit in den Vordergrund der hygienischen Forschung. Wir erinnern hier nur an die Pettenkofer'schen Untersuchungen über das Steigen und Sinken des Grundwassers.

Nichts destoweniger blieben gerade die wichtigsten Fragen unbeantwortet, ja man vergaß sogar, sich diese Fragen ernstlich zu stellen und doch war es von enormer Wichtigkeit, zu erfahren, wie und unter welchen Umständen sich die schädlichen Keime im Boden bilden und unter welchen Umständen sie in den menschlichen Organismus gelangen können. Nägeli hat die Erörterung dieser Frage an die Hand genommen, um so gut es bei den noch unvollkommenen Mitteln, welche uns heute zur Verfügung stehen, angeht, die wichtigsten Fingerzeige für die Lösung der Aufgaben unserer Gesundheitspflege zu liefern.

Es würde uns jedoch zu weit führen, wollten wir die Begründung der Nägelischen Thesen über die Bodenfrage in jener Weise skizziren, wie es wünschenswerth wäre. Wir müssen uns auf die Mittheilung der wichtigsten Sätze beschränken, zu denen Nägeli gelangte. Es sind folgende:

Die Spaltpilze überhaupt und somit auch die Miasmen- oder Bodenpilze entstehen nicht in trockenen, sondern nur in benetzten oder überflutheten Bodenschichten. In einem sehr porösen und rasch trocknenden Boden befindet sich der Bildungsherd der Miasmenpilze in der obersten Schicht des Grundwassers und in der unmittelbar über demselben befindlichen und von demselben noch naß gehaltenen Bodenschicht.

Die Miasmenpilze entstehen in einem fäulnißfreien Boden und leben wahrscheinlich von Ammoniak- und Humus-Substanzen, die sich ja selbst im reinsten Boden vorfinden. Reichliche Verunreinigung des Bodens führt bei Anwesenheit hinreichender Wassermengen zur reichlichen Bildung von Fäulnißpilzen, während bei Anwesenheit von wenig Wasser sich in stark verunreinigtem Boden bloß Schimmelpilze bilden. Fäulnißprocesse und Schimmelbildung sind aber für die ansteckenden Krankheiten keineswegs fördernd, wohl aber verhindern sie die Bildung von Miasmen-Pilzen.

Während in einem überflutheten humusreichen Boden ziemlich reichliche Miasmenpilze entstehen, bilden sich in einem humosen Boden, der hin und wieder austrocknet, nur spärliche Spaltpilze, die durch die starke Oxydation, welche in solchem Boden stattfindet, rasch zu Grunde gehen.

Nur wenn der Boden austrocknet, können die darin entstandenen Spaltpilze in die atmosphärische Luft gelangen. Dies wird am reichlichsten geschehen, wenn das Grundwasser sinkt und jene Bodenschichten (unter der Erde) trocken gelegt werden, die am reichlichsten Spaltpilze bildeten, da sie mit der Oberfläche des Grundwassers lange Zeit in Berührung standen. Die trockenen Spaltpilze haften nur lose an den Lehm- und Sandpartikelchen und an den Steinen des Bodens, sowie an den Schlammtheilen und den Pflanzen ausgetrockneter Sümpfe. Die leiseste Bewegung der Luft kann sie fortführen. Aus einem benetzten Boden können keine Spaltpilze in die Luft gelangen, da jede Feuchtigkeit an der Oberfläche der Bodenpartikeln sie festhält.

[illegible] schlagende Ver[illegible] [illegible], durch [illegible] ungeheure Menge [illegible] lebhafter, als [illegible] mit sich [illegible]

[illegible], daß ein [illegible] keine An[illegible]

[illegible] vielleicht befrenzen [illegible] Wissen[illegible] erst gefährlich [illegible] Be[illegible]

[illegible] leichter wegge[illegible] Flüssig[illegible]

[illegible] herrscht kein [illegible] Atmosphäre [illegible] (Wechsel [illegible] bewohnten [illegible] welche mit ihrer [illegible] wirken und zwar [illegible] der Häuser, [illegible] entrifft.

[illegible] Vermehrungsbe[illegible] auch die Beant[illegible] und welcher [illegible]

[illegible] d. h. der Boden, welcher [illegible] ausreichende Be[illegible] im Boden [illegible] also der [illegible] ein wirk[illegible] Bodenoberfläche reicht, [illegible] bald sinken, wenn [illegible] in die Luft gelangen [illegible] nach dem Sinken [illegible] Pettenkofer, [illegible] des Grundwassers im [illegible] kundgibt. (Die [illegible] Stande, das Neu[illegible] und soviel

mir Nägeli mündlich mittheilte, täuschten sich die dortigen Gelehrten nie, da nach jedesmaligem beträchtlichem Sinken des Grundwassers in gewissen Stadttheilen immer wieder Typhusfälle bekannt wurden, während vorher die ganze Stadt epidemiefrei war.)

Ein poröser Boden mit sinkendem und steigendem Grundwasser ist um so siechhafter, je geringer die Mächtigkeit der vom Grundwasser nicht betroffenen obern Bodenschichte, d. h. je kürzer der Weg ist, den die spaltpilzführende Grundluft zurückzulegen hat, ehe sie in die Atmosphäre gelangt.

Wenn das Grundwasser bis an die Bodenoberfläche reicht, wie in Sümpfen, so werden durch den Rückgang desselben ganze Gegenden siechhaft. Liegt das bald steigende, bald sinkende Grundwasser jedoch in tiefern Erdschichten, so werden in der Regel (aus leicht begreiflichen Gründen) nur einzelne Ortschaften oder nur einzelne Häuser, oder selbst in den Häusern nur einzelne Zimmer oder Zimmer-Ecken siechhaft, da die ausströmende miasmatische Grundluft sich weniger vertheilen kann, als an oberflächlichen Sümpfen, sondern nur an einzelnen Stellen (ausgegrabenen Bauplätzen, Kellern, Grundmauern 2c.) hauptsächlich stark abzieht.

Siechfrei ist ein dichter, felsiger Grund (mit dünner Humusschichte), ebenso ein poröser Boden, der nur vorübergehend benetzt wird, der also leicht austrocknet und beständig nur wenig-feucht (oder wie man sagt „trocken") ist, ferner ein Boden, der die aufsteigende Grundluft gut filtrirt, was durch eine dicke Humusschicht oder durch eine lehmige Decke geschehen kann. Siechfrei ist auch ein Sumpf mit gleichbleibendem Wasserstand und ein poröser Boden mit gleichbleibendem Grundwasser, da die Spaltpilze bei gleichbleibendem Wasserstand nicht in die Luft gelangen können. Ein Boden mit wechselndem Grundwasserstand kann siechfrei sein, wenn die trockenen (obern) Bodenschichten mächtig, feinporig und stark verunreinigt sind, da die Spalt- (oder Miasmen-) Pilze in diesem Fall zurückgehalten werden.

Es versteht sich fast von selbst, daß die Bodenverhältnisse an unserer Erdoberfläche so mannigfaltiger Art sind, daß sich unmöglich in wenigen Sätzen für alle möglichen Combinationen das Verdikt: „siechhaft" oder „siechfrei" wird aufstellen lassen.

Zur richtigen Beurtheilung wird man nur kommen, wenn man bei jedem speziellen Fall alle Momente zu Rathe zieht, welche auf das Leben und die Vermehrung, sowie auf die Verbreitbarkeit der Spaltpilze Einfluß ausüben.

Aus dem Vorstehenden ergeben sich leicht und ungezwungen die Nutzanwendungen. Vorerst tritt Nägeli abermals einem weitverbreiteten Vorurtheil entgegen, wenn er sagt, daß sich die Unschädlichkeit eines siechhaften Bodens nicht durch Reinhaltung bewirken lasse. Miasmen bilden sich auch schon ohne die von Menschen und Thieren herrührenden Stoffe; auch können die letzteren eher nutzbringend wirken, indem sie Fäulnißpilze begünstigen, welche ihrerseits die Miasmenpilze verdrängen.

Ein siechhafter Boden kann unschädlich gemacht werden durch beständige Trockenlegung oder durch fortdauernde Naßhaltung, ferner dadurch, daß man die von ihm kommende Luft ablenkt oder sie durch eine staubdichte Schicht filtrirt.

Siechhafte, zeitweise überschwemmte Gegenden und Sümpfe können unschädlich gemacht werden, indem man den Wasserstand auf gleicher Höhe zu erhalten sucht, sei es durch beständige Ueberschwemmung, sei es durch Trockenlegung, bis zu jenem Grad, wo die im Grundwasser entstehenden Spaltpilze nach den oben angedeuteten Verhält-

nissen zurückgehalten werden. Ein eklatantes Beispiel solcher Trockenlegung einer siechhaften Gegend bietet uns das Linththal zwischen dem Wallenstädter- und dem Zürichsee (Linth-Escher-Canal und Linth-Escher-Colonie). Nägeli führt als zweites Exempel die Gegend zwischen Riva und Colico am obern Ende des Comersee's an, die sogen. Pianura infama, „welche früher die Lage von Colico noch ungesunder machte, als die toskanischen Maremmen und die pontinischen Sümpfe, jetzt aber schon zum großen Theil mit Mais bepflanzt und viel weniger gefährlich geworden ist."

Egypten, dessen periodische Ueberschwemmungen seine Fruchtbarkeit bedingen, wird siechhaft bleiben. Deßgleichen werden Gegenden, die wegen des Reisbaues längere Zeit und periodisch überschwemmt werden, so lange von Miasmen (Malaria) zu leiden haben, als die Reiskultur einer andern vorgezogen wird. Mit Recht hat deßhalb die italienische Regierung Gesetze erlassen, denen zufolge der Reisbau in der Nähe von großen Städten untersagt ist.

Gewiß ist mit der Nägeli'schen Lehre von den niedern Pilzen die sogen. Boden- und Grundwasserfrage in das Stadium einer segensreichen Lösung getreten. Staat und Gemeinden haben die Mittel in die Hand bekommen, geraden Weges auf den alten Feind loszugehen und den seit Jahrhunderten ewig wiederkehrenden Schrecken verheerender Seuchen zu steuern. Nägeli hat uns gezeigt, wie man sich der Bildung und Verbreitung von Miasmen-Pilzen erwehren kann — die Lösung der Aufgabe ist eine Correktion des Grundwasserstandes.

Wie erwehren wir uns aber der Contagien?

Man hat schon seit alten Zeiten an verschiedenen Orten beim Auftreten contagiöser Krankheiten Mittel in Anwendung zu bringen gesucht, durch welche die vorhandenen Ansteckungsstoffe direkt unschädlich gemacht werden sollten. Es geschah dies bis in die Gegenwart hinein durch die sogen. Desinfections-Mittel. Nägeli zeigt nun an der Hand der jetzigen Kenntnisse über die niedern Pilze, daß jene Desinfections-Mittel nicht allein unzureichend, sondern geradezu schädlich wirken mußten, und weiterhin, so lange die bisherigen Mittel in Anwendung kommen werden, großen Schaden und gar keinen Nutzen verursachen können. Also auch auf dem Felde der Desinfections-Praxis gilt es, mit schädlichen Vorurtheilen tapfer aufzuräumen; es wird dies in unserer aufklärungsfreundlichen Zeit um so schneller gelingen, als ja gerade durch die neuesten Erfahrungen in der Heilkunde recht augenfällig zu Tage tritt, wie wohl es gethan ist, mit dem alten Glauben an medizinische Dogmen abzufahren und gerade das Gegentheil von dem bisherigen Verfahren anzuwenden.

Wir erinnern hier beispielsweise an die Behandlung der Typhus-Kranken, wie sie vor kaum 1½ Jahrzehnten üblich war und wie ganz anders sie jetzt geübt wird. Vor länger als 12 oder 15 Jahren hat man fast überall die stark fiebernden Typhus-Patienten nach altem, hundertjährigem Brauch so warm als möglich gehalten. Die Kranken wurden von ihren Wärtern gegen jeden frischen Windhauch geschützt und so warm eingewickelt, als stünde das Krankenbett direkt am Nordpol. Heute sucht man gerade das Gegentheil zu erreichen: die während der Fieber stark gesteigerte Körpertemperatur wird durch Umlegen naßkalter Tücher und durch Bäder künstlich heruntergedrückt, so daß der Patient vor Frostempfindung mit den Zähnen klappert. — Und was war die Folge dieser Neuerung? was ist der Effekt des Ueberspringens von einem Extrem in das andere? — Die Zahl der tödtlichen Ausgänge hat sich bei den Typhus-Kranken enorm vermindert

und die Aerzte preisen sich glücklich, daß es einstmals einen kühnen Praktiker gab, der es unternahm, vom alten Dogma sich loszutrennen, um den Anforderungen einer chemisch-physikalischen Bildung gerecht zu werden. Ja, die Aerzte lassen sich leichter belehren, als andere Menschenkinder; denn ihnen kommt in erster Linie zu gut, was die Naturwissenschaft von Tag zu Tag Neues offenbart. Aber wir sind gleichzeitig überzeugt, daß es außer den Heilkünstlern auch noch andere Leute gibt, die aus den Schätzen des Naturwissens Heil und Segen zu schöpfen verstehen, ohne daß gerade immer der Arzt und schließlich der Seelsorger zum Dolmetscher zwischen Wissenschaft und Laienwelt gemacht werde.

Das radikalste Mittel zur Unschädlichmachung der Contagien (Krankenpilze) wäre unstreitig die Tödtung dieser Organismen. Allein dieselbe ist in trockenem Zustande der Pilze mit den bisher bekannten und angewendeten Mitteln nicht möglich. Dagegen ist die Tödtung der Contagienpilze in benetztem Zustande erreichbar, aber nur unter Anwendung großer Hitze. „Um des Erfolges ganz sicher zu sein, muß man eine Temperatur von ca. 110° Celsius (also 10 Grad über der Siedehitze) anwenden. Je mehr die Lösungen sauer reagiren, um so geringere Wärmegrade genügen.“ Wir machen an dieser Stelle abermals auf jene Thatsache aufmerksam, daß von den Spaltpilzen der Heu-Infusionen nach halbstündigem Kochen immer noch die sogen. Heubakterien am Leben sind, während allerdings die andern Pilzformen regelmäßig dabei zu Grunde gehen. Trockene Spaltpilze werden erst bei einem Temperaturgrad von über 130° C. getödtet.

Um erfolgreich zu desinficiren kann es jedoch auch genügen, die Contagien-Pilze bloß in andere, unschädlichere Formen überzuführen, oder sie für so lange zu betäuben, d. h. in einen latenten Zustand zu versetzen, bis sie aus unserem Bereich geschafft sind.

Am erfolgreichsten dürften sich diejenigen Maßregeln erweisen, welche die vorhandenen Spaltpilze verhindern, in die Atmosphäre zu gelangen. Dies geschieht dadurch, daß man die gefährlichen Substanzen so lange benetzt und naß erhält, bis sie fortgeschafft sind.

Das hiermit ausgesprochene Princip ist klar und beinahe selbstverständlich. Die Präcisirung desselben in der gegebenen Form sieht auch ganz appetitlich aus. Wollen wir aber auf die weitere Ausführung der darin enthaltenen Rathschläge eintreten, so können wir die Nennung gewisser Materien nicht umgehen, die vielleicht dem einen und andern Leser als Objecte für ein „Illustrirtes Pflanzenleben“ höchst unpassend vorkommen möchten. Da wir aber einmal mit den kleinsten, den weitverbreitetsten, den allgegenwärtigen und unter Umständen auch gefährlichsten aller pflanzlichen Lebewesen unsern Gang in die Natur angetreten haben, da ferner diese Organismen gerade dort ihre Zufluchtsstätten finden, wo in unserem Leben die Reinlichkeits-Polizei und die Gesundheits-Commissionen einzugreifen haben; so läßt sich eine nützliche, eine aufklärende Besprechung indiscreter Fragen nicht vermeiden. Die Wissenschaft kennt überhaupt jenen Unterschied zwischen unschicklichen und schicklichen, zwischen appetitlichen und ekelhaften Erörterungen nicht, oder wenigstens nicht in dem Maße, wie die feine Salon-Gesellschaft. Es gibt keine Substanz, keine Materie organischen oder unorganischen Ursprunges, welche nicht Gegenstand ernstester und belehrender Forschung geworden wäre, trotz ihres mehr als unappetitlichen Herkommens. Arzt und Forscher stellen sich

in diesen Sachen auf den gleichen Standpunkt; für Beide ist alles, was in der lebendigen und todten, gesunden und kranken Natur zu Tage tritt, in gleichem Maße würdig, genau untersucht zu werden. Der Leser will aber vom Arzt weise Rathschläge zur Erhaltung seiner eigenen Gesundheit und vom Forscher verlangt er Belehrung, sobald er sich anschickt, an seiner Hand hinauszuwandern auf das Feld richtiger Naturerkenntniß. In diesem Sinne wolle die nachstehende Erörterung aufgenommen und deren Platzgreifen an dieser Stelle entschuldiget werden.

Die Gesichtspunkte eines rationellen Desinfections-Verfahrens lassen sich auf Grundlage der Nägeli'schen Theorie in folgende 2 Sätze zusammenfassen.

1) Die Desinfection der frischen Excremente, sowie der Abtritte und Abtrittgruben ist überflüssig, weil aus den Excrementen, wenn sie frisch in den Abtritt kommen, sowie aus den Abtrittschläuchen, wenn dieselben durch den täglichen Gebrauch vor dem Austrocknen geschützt sind, und aus den Gruben selbst bloß gasförmige, somit unschädliche Stoffe entweichen können. Die Desinfection ist unter solchen Umständen sogar nachtheilig, weil durch die nach bisherigem Modus angebrachten Mittel, welche gegen den Fäulnißprozeß gekehrt sind, die Contagienpilze wahrscheinlich bloß für einige Zeit in unverändertem Zustand erhalten werden, während sie ohne jene antiseptische, d. h. ohne die gegen den Fäulnißproceß gerichtete Behandlung in den faulenden Excrementen bald so verändert werden, daß sie Niemandem mehr schädlich, sondern schnell durch die ungefährlichen Fäulnißpilze verdrängt werden.

2) Die übrigen Auswurfsstoffe von Seuchenkranken, soweit sie nicht in nassem Zustand gesammelt und entfernt werden können, bedürfen der sorgfältigsten Ueberwachung. Diese kleinen Stoffmengen hängen sich an Kleider, Wäsche, Bettzeug, Vorhänge, Tapeten, Geräthschaften, Decke und Fußboden, trocknen aus, gelangen in die Luft und mit derselben durch Mund und Nase in den menschlichen Körper. Hier findet nach Nägeli die Desinfection ihr eigentliches Feld. Alle diese Stoffe müssen womöglich bis zur Desinfection naß erhalten werden. Die Desinfection darf niemals auf trockenem Wege, namentlich nicht durch Räucherungen (im Nothfall nur durch Hitze oder anhaltendes scharfes Austrocknen) — sondern muß durch kochendes Wasser oder durch heißen Wasserdampf vollzogen werden, wobei ein Zusatz von etwas Säure sehr zweckmäßig ist, weil die Spaltpilze in sauer reagirenden Lösungen durch Wärme schneller zu Grunde gerichtet werden, als in neutralen Flüssigkeiten.

Danach sollte sich jede Waschfrau hüten, beschmutzte Wäsche von Typhus- oder Cholerakranken anders als in benetztem Zustande anzunehmen. Wäre allgemein die Regel eingeführt, daß nur nasse Wäsche außer Haus gegeben würde, so möchte manche Epidemie schon bei ihrem Ausbruch im Keime erstickt worden sein. Bekanntlich verdankte Zürich im Jahre 1867 die ziemlich heftige Cholera-Epidemie einer Verschleppung der Krankheitskeime durch trockene unsaubere Wäsche, welche von einem zugereisten Cholerakranken herstammte und in einer Vorstadt Zürichs zur Behandlung kam. Alle Erscheinungen, welche die Ausbreitung der Cholera, Pest, Pocken, Masern, Scharlach u. s. w. charakterisiren, deuten darauf hin, daß diese Epidemieen durch Spaltpilze (Contagien) in trockenem Zustand, durch Kleider und Wäsche verschleppt werden. (Thatsache ist, daß Auswurfsstoffe von Cholera-Kranken — mit trockener Wäsche verschleppt

— als Infectionsstoffe wirken, während der Genuß derselben, wie experimentell erwiesen ist, unschädlich erscheint.)

Ziehen wir die Resultate der bisherigen Untersuchungen über die Lebensweise der niedern Pilze zu Rathe, so müssen uns dieselben mehr als genügend erscheinen, um die Desinfection von Personen, resp. deren Kleidern, wie sie bis in unsere Zeit durch Räucherungen z. B. in Quarantäne-Anstalten gehandhabt wurde, als unnütz oder gar schädlich zu verdammen; denn die Infectionspilze bleiben bei diesem Verfahren unbeschädiget, während dagegen die Personen möglicherweise durch Athmungsbeschwerden, Uebelkeit, Kopfweh und anderes Unwohlsein belästiget werden.

Wie können aber die Contagienpilze am erkrankten menschlichen Körper selbst unschädlich gemacht werden? An eine Desinfection der Patienten selbst konnte bis jetzt nur in den wenigsten Fällen gedacht werden, mit Sicherheit auf Erfolg nur in dem Falle, wo Spaltpilze am Körper freiliegen und also einer Behandlung zugänglich sind. Die Spaltpilze können an der Körper-Oberfläche sich bloß auf Wunden vermehren; indem sie von da aus ins Blut gelangen, bewirken sie septische Infection („Blutvergiftung" in Folge welcher sich Fäulnißprozesse einstellen). Die moderne Chirurgie hat durch die Anwendung antiseptischer Mittel mit der Desinfection von Wunden die glänzendsten Resultate erzielt. Es ist aber eine durchaus irrige Vorstellung, wenn man meint, daß beim antiseptischen Verband die Spaltpilze getödtet werden. Dazu reichen die bisher angewendeten Mittel keineswegs aus; es ist dies aber auch nicht nothwendig. sondern vollständig genügend, wenn die auf der Wunde liegenden Spaltpilze betäubt und bewegungsunfähig gemacht werden, damit sie nicht in's Blut dringen, noch sich weiter vermehren.

Nägeli unterzieht den antiseptischen Verband einer eingänglichen Erörterung, über welche wir mit Kürze hinweggehen können, da die Frage der antiseptischen Wund-Behandlung doch ausschließlich eine Frage der technischen Medicin ist und in der Gegenwart von medicinischer Seite auch lebhaft erörtert wird. Dagegen wollen wir nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß die Heilkunde jetzt schon den Versuch macht, den Spaltpilzen auch im Innern des kranken Körpers auf den Leib zu rücken. Es geschieht dies nicht allein den Diphtherie-Pilzen gegenüber, sondern allerneuestens auch bei den Pilzen, welche die Tuberculose (Lungenschwindsucht) begleiten und nach Ansicht der hervorragendsten Mediciner das Contagium der Tuberculose darstellen. Wir haben in diesen Tagen fast in allen Zeitungen gelesen, daß es gelungen ist, im benzoësauren Natron ein Desinfections-Mittel der erkrankten Lunge zu finden. Der Entdecker dieses Mittels, Dr. Schüller, stützte sich hiebei auf zwei Thatsachen: erstens, daß die Lungentuberkulose eine Infectionskrankheit ist, die auf die Einwanderung und Vermehrung von Spaltpilzen in der Lunge beruht. Zweitens, daß die Spaltpilze anderer Infektionskrankheiten durch benzoësaures Natron unwirksam gemacht werden. Schon auf der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München (Sept. 1877) machte der vorragende Prager Professor Dr. Klebs die Mittheilung, daß, wie Graham Brown im Laboratorium von Klebs nachgewiesen hat, „der Diphtherie-Pilz (Microsporon diphth.) seine Wirksamkeit verliert, nachdem er wenige Stunden mit Lösungen von benzoësaurem Natron behandelt wurde und daß Thiere, welche bis zu einem Tausendstel ihres Körpergewichtes mit derselben Substanz gesättigt sind, für die Vegetation dieser Pilze keinen geeigneten Boden darstellen."

von Pilzen her und kann nicht schädlich wirken, da diese Gasarten ebenso wenig, als Ammoniak und Schwefelwasserstoff (letzterer ist bekanntlich der Geruch von faulen Eiern) Ansteckung bewirken.

Aber der denkende Leser wird am Ende gar einwenden, daß die stinkende Luft doch schädlich sein müsse, weil sie unseren Geruchsorganen, dem Körper, der doch so weise eingerichtet erscheint, unwillkürlich widerwärtig und instinctiv unangenehm ist. Unser Körper — so lautet der Einwand — werde nicht umsonst einen solchen Aberwillen gegen faulende Substanzen bekunden, wenn hinter diesen letztern nicht eine Gesundheits-Schädlichkeit stecke. In der That ist der Einwand sehr am Platz. Aber der darwinistische Physiologe, dem wir bisher auf seinem Gedanken- und Lehrgang gefolgt sind, hat eine ganz andere vernünftige Erklärung für unsern Widerwillen gegen Zersetzungsgerüche. Nägeli bekennt sich auch hier ungezwungen zur natürlichen Zuchtwahl im Kampf um's Dasein und wir wollen ihm das nicht gering anschlagen, zumal in einer Zeit, wo die Reaction an allen Enden spuckt und sich anschickt, dem Genius der freien Wissenschaft und Lehre die Flügel zu stutzen.

Wir lassen hier dem Physiologen selbst das Wort:

„Zunächst ist zu bemerken, daß jener Grundsatz, unsere Sinne bezeichnen durch ihr Wohlbehagen oder Mißbehagen, was uns zuträglich oder schädlich sei, doch in seiner Allgemeinheit auf ziemlich schwachen Füßen steht. Wir sehen dies deutlich am Geschmacksorgan und theilweise auch am Geruchsorgan. Mit wohlschmeckenden Speisen und Getränken macht man sich krank und mit bittern und widrigen Medizinen kurirt man sich wieder. Gewisse Speisen werden erst gegessen, nachdem sie Zersetzungsprocesse, bei denen sich viele Spaltpilze bilden, durchgemacht haben, und dadurch gewiß nicht zuträglicher, wenn auch nicht schädlich geworden sind. Der Feinschmecker verlangt, daß am Wildpret und an einigen Käsesorten die begonnene Fäulniß bemerklich sei. —

Dennoch hat die Ausbildung unseres Geschmacks- und Geruchsorganes im Großen und Ganzen gewiß die Bedeutung, die man ihr zuschreibt. Aus den Forschungen der neuern Zeit auf phylogenetischem Gebiet (dem Felde der Entwicklungsgeschichte unserer pflanzlichen und thierischen Stammbäume), die wir vorzüglich Darwin verdanken, geht unbestreitbar hervor, daß die Sinnesorgane sich als nützliche Einrichtungen erwiesen haben, demnach muß auch der so allgemein vorhandene Abscheu vor Stoffen, welche nach Fäulniß riechen und schmecken, und die Vorliebe für wohlschmeckende und wohlriechende Substanzen eine naturgesetzliche Ursache haben. Es sind nützliche Instinkte, welche sich in der langen Geschichte des Menschengeschlechtes unter einfachen Verhältnissen durch Anpassung ausgebildet haben, die aber für unsere complicirten, durch Cultur vielfach veränderten Verhältnisse nicht mehr ausreichen und in manchen Beziehungen mit denselben in Widerspruch gerathen sind. (Dies ist bekanntlich das Schicksal aller natürlichen Anpassungen, aller Eigenschaften die sich unter dem Einfluß von bestimmten Umständen durch eine unendlich lange Generationsreihe ausgebildet haben und constant geworden sind. Unter veränderten Verhältnissen werden sie überflüssig, zuweilen selbst nachtheilig — vererben sich aber vermöge der erlangten Constanz noch durch eine lange Zeitperiode).

Der Abscheu vor dem Fäulnißgeschmack hat sich ohne Zweifel dadurch ausgebildet, daß die Lebensmittel im Allgemeinen mit der zunehmenden Fäulniß immer mehr die Eigenschaft verlieren, den Körper zu nähren und ihn als Genußmittel anzuregen.

Individuen, die gegen den Fäulnißgeschmack gleichgültig sich verhielten, oder denselben gar liebten, mußten als weniger leistungsfähig zu Grunde gehen und hatten somit keine Nachkommen, die ihre Geschmackseigenthümlichkeit erbten. Würden die Lebensmittel durch die Fäulniß an Nahr- und Genußwerth gewinnen, so hätte sich nothwendig der Geschmack der Menschen so ausgebildet, daß er ein faules Ei als Delikatesse betrachtete.

Aus dem gleichen Grunde ist uns der Fäulnißgeruch widerwärtig; das Geruchsorgan zeigt uns die Gefahr an und warnt das Geschmacksorgan. Individuen mit einer für die Fäulniß empfindlichen Nase mußten unter übrigens gleichen Umständen die besser genährten sein. Dieser Erklärungsgrund reicht vollkommen aus, um unsern Abscheu vor dem Gestank begreiflich zu machen.

Es ist aber möglich, daß noch eine andere Ursache mitwirkte, um das Geruchsorgan in dieser Richtung auszubilden. Die Fäulnißpilze sind zwar, wie ich früher zeigte, viel weniger gefährlich als die Miasmen- und Contagienpilze; in größerer Menge aber verursachen sie ebenfalls krankhafte Störungen. Der Aufenthalt an Orten, wo fortwährend Fäulnißprocesse statt haben, wo stets auch ausgetrocknete Fäulnißstoffe sich befinden, wo vielleicht auch Miasmen sich bilden, ist demnach ungesund. Solche Stätten mochte es im Urzustande wohl geben, wo die noch halbwilden Menschen die Jagdthiere verzehrten und wo sich Abfälle und Auswurfsstoffe anhäuften. Die Luft an diesen Orten war nicht nur mit übelriechenden Gasen, sondern auch mit schädlichen Keimen beladen. Diejenigen Individuen, welche durch ihr Geruchsorgan veranlaßt wurden, solche Stätten bald zu verlassen, mußten im Vortheil sein, gegenüber denjenigen, denen ihre Nase erlaubte, sich daselbst aufzuhalten und sich zur Ruhe hinzulegen.

Aber wenn auch der Widerwille vor dem Fäulnißgeruch aus dem zuletzt genannten Grunde entstanden ist, so folgt daraus keineswegs, daß eine übelriechende Luft die Trägerin von schädlichen Keimen sein muß. Es folgt daraus bloß, daß in der Urzeit des Menschengeschlechts unter ursprünglichen und natürlichen Verhältnissen Fäulnißgeruch und Ansteckungsstoffe nicht selten zugleich auftraten. Der Widerwille vor dem Fäulnißgeruche erklärt sich dann aus dem auch anderweitig constatirten Umstande, daß es dem Menschen an einem Sinnesorgan für die Wahrnehmung der Infectionsstoffe mangelt und daß deßwegen der Organismus sich bei der Anpassung der Sinnesorgane daran gewöhnte, diejenigen wahrnehmbaren Verhältnisse zu verabscheuen, welche einst am häufigsten mit den Infektionsstoffen vergesellschaftet waren. In unserer Zeit könnte die Lage der Dinge eine ganz andere, selbst entgegengesetzte geworden sein; es könnte in Folge veränderter Einrichtungen der Fäulnißproceß zeitlich von dem Austrocknungsproceß getrennt sein, so daß die stinkende Luft immer unschädlich, die geruchlose dagegen mehr oder weniger gefährlich und unser einst vortrefflich angepaßtes Geruchsorgan jetzt in diesem Punkte ein falscher Rathgeber geworden wäre." —

Man hat versucht, die staubigen Verunreinigungsstoffe der Luft einer mikroscopischen Untersuchung zu unterwerfen, um aus dem Befund auf die Schädlichkeit und Ansteckungsfähigkeit zu sichern Schlüssen zu gelangen. Allein wie jeder Mikroscopiker und Pilzphysiologe sofort einsehen wird, ist dies ein eitles Beginnen, denn die Miasmen- und Contagienpilze, um welche es sich hier ja allein handeln kann, sind so klein, daß sie — zumal wenn sie mit andern organischen Partikelchen vermengt sind, wie dies ja in der Luft immer der Fall sein wird — als Miasmen- und Contagienpilze nicht erkannt werden können. Wir haben ja — um nur auf ein sicher ermitteltes Beispiel zu ver-

weisen — bei der Betrachtung des Milzbrandpilzes und seiner Entwicklungsgeschichte (vergl. d. 1. Kapitel) gesehen, daß der Milzbrandpilz in Form und Fortpflanzungsweise ganz den ungefährlichen Heu-Bacterien gleicht und daß kein Mikroskopiker im Stande ist, beiderlei Pilze von einander zu unterscheiden, wenn er nicht zum Experiment, hier speciell zu Impfversuchen greift; die mikroskropische (und auch die chemische) Untersuchung des Rückstandes einer filtrirten Luft gibt uns also keinen Aufschluß über deren Ansteckungskeime. Erst wenn einmal auf dem Wege des Experimentes, z. B. durch Züchtungsversuche die Wirkungen dieses Rückstandes geprüft werden können, wird man im Stande sein, über die ansteckende Befähigung einer untersuchten Luft ein Urtheil abzugeben. Hier hat die Wissenschaft noch ein schwieriges Problem zu lösen, das vielleicht erst in der fernen Zukunft bewältiget wird. Es sind daher, beim gegenwärtigen Stand unserer wissenschaftlichen Hülfsmittel die da und dort auftauchenden Behauptungen sehr vorsichtig aufzunehmen, wonach es gelungen sein solle, einen Malaria-Pilz im Boden, im Wasser und in den untern Luftschichten über Sumpfgegenden nachzuweisen, der als Ursache der Sumpf- und Wechselfieber zu betrachten sei. Für den Pilzphysiologen ist es kein Zweifel, daß solch' ein Pilz vorhanden ist; aber es wird unendlich schwer sein, desselben habhaft zu werden und ihn nicht allein im kranken Körper, sondern auch dort, wo er entstanden ist und immer wieder entsteht, zu verfolgen.

Heute kann man über die Schädlichkeit der Luft bloß durch Schlüsse aus dem Nachweis des Ursprunges und der Verbreitbarkeit des in ihr enthaltenen Staubes ein Urtheil abgeben. Und hiebei dürfen wir uns wiederum nicht durch die irrige Vorstellung leiten lassen, als ob die Miasmen- und Contagienpilze als Staub mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden können. Die Spaltpilze sind im Gegentheil, wie wir schon im vorhergehenden Kapitel gesehen haben, so klein, daß sie in der Luft schwebend selbst dann nicht einmal sichtbar sind, wenn ein Sonnenstrahl durch eine kleine Oeffnung in das Zimmer dringt. Die als Sonnenstäubchen dem unbewaffneten Auge noch wahrnehmbaren schwebenden Partikelchen sind vielmal größer, als die gefährlichen Spaltpilze. Letztere sind nur mit Anwendung der stärksten Linsen-Systeme durch das Mikroskop nachweisbar. Also nicht der sichtbare, vom Sonnenlicht beleuchtete Staub ist es, welcher als *Miasma* und *Contagium* betrachtet werden darf, sondern eben jener feinste Staub, welcher sich der direkten Sinneswahrnehmung, d. h. dem unbewaffneten Auge, dem Geruchsinn und dem Geschmacksinn durchaus entzieht. Es leuchtet sofort ein, daß dieser feinste Staub sich mit ungeheurer Leichtigkeit in der Atmosphäre verbreitet, mit einer Leichtigkeit, die in gewissen Fällen nahezu an die Leichtigkeit der Zerstreuung von Gasen grenzt.

Wie kann man sich aber gegen eine von contagiösen oder miasmatischen Spaltpilzen verunreinigte Luft schützen?

Die Unschädlichmachung der inficirten Athmosphäre ist bei unsern jetzigen Mitteln unmöglich, da man die uns umgebende Luft nicht staubfrei machen kann. Der Einzelne könnte sich höchstens dadurch vor den zudringlichen Infectionspilzen der Atmosphäre schützen, daß er einen Luftfilter, einen passenden Respirator vor die Eingänge zum Athmungs-Apparat anbrächte, um den Staub abzuhalten. Dies Mittel dürfte aber wegen seiner Lästigkeit kaum allgemeine Anwendung finden.

Die Betrachtung der gesundheitsschädlichen Verunreinigungen der Luft führt uns ungezwungen zur Untersuchung der Bodenfrage.

Die hygienischen Eigenschaften des Bodens sind auch maßgebend für diejenigen der Luft, welche über ihm liegt oder über ihn wegstreicht. Ueber die diesbezüglichen Fragen fand Nägeli bereits schon eine große Zahl von Antworten mancherlei Art vor; denn die Bodenfrage trat schon vor geraumer Zeit in den Vordergrund der hygienischen Forschung. Wir erinnern hier nur an die Pettenkofer'schen Untersuchungen über das Steigen und Sinken des Grundwassers.

Nichts destoweniger blieben gerade die wichtigsten Fragen unbeantwortet, ja man vergaß sogar, sich diese Fragen ernstlich zu stellen und doch war es von enormer Wichtigkeit, zu erfahren, wie und unter welchen Umständen sich die schädlichen Keime im Boden bilden und unter welchen Umständen sie in den menschlichen Organismus gelangen können. Nägeli hat die Erörterung dieser Frage an die Hand genommen, um so gut es bei den noch unvollkommenen Mitteln, welche uns heute zur Verfügung stehen, angeht, die wichtigsten Fingerzeige für die Lösung der Aufgaben unserer Gesundheitspflege zu liefern.

Es würde uns jedoch zu weit führen, wollten wir die Begründung der Nägeli'schen Thesen über die Bodenfrage in jener Weise skizziren, wie es wünschenswerth wäre. Wir müssen uns auf die Mittheilung der wichtigsten Sätze beschränken, zu denen Nägeli gelangte. Es sind folgende:

Die Spaltpilze überhaupt und somit auch die Miasmen- oder Bodenpilze entstehen nicht in trockenen, sondern nur in benetzten oder überflutheten Bodenschichten. In einem sehr porösen und rasch trocknenden Boden befindet sich der Bildungsherd der Miasmenpilze in der obersten Schicht des Grundwassers und in der unmittelbar über demselben befindlichen und von demselben noch naß gehaltenen Bodenschicht.

Die Miasmenpilze entstehen in einem fäulnißfreien Boden und leben wahrscheinlich von Ammoniak- und Humus-Substanzen, die sich ja selbst im reinsten Boden vorfinden. Reichliche Verunreinigung des Bodens führt bei Anwesenheit hinreichender Wassermengen zur reichlichen Bildung von Fäulnißpilzen, während bei Anwesenheit von wenig Wasser sich in stark verunreinigtem Boden bloß Schimmelpilze bilden. Fäulnißprocesse und Schimmelbildung sind aber für die ansteckenden Krankheiten keineswegs fördernd, wohl aber verhindern sie die Bildung von Miasmen-Pilzen.

Während in einem überflutheten humusreichen Boden ziemlich reichliche Miasmenpilze entstehen, bilden sich in einem humosen Boden, der hin und wieder austrocknet, nur spärliche Spaltpilze, die durch die starke Oxydation, welche in solchem Boden stattfindet, rasch zu Grunde gehen.

Nur wenn der Boden austrocknet, können die darin entstandenen Spaltpilze in die atmosphärische Luft gelangen. Dies wird am reichlichsten geschehen, wenn das Grundwasser sinkt und jene Bodenschichten (unter der Erde) trocken gelegt werden, die am reichlichsten Spaltpilze bildeten, da sie mit der Oberfläche des Grundwassers lange Zeit in Berührung standen. Die trockenen Spaltpilze haften nur lose an den Lehm- und Sandpartikelchen und an den Steinen des Bodens, sowie an den Schlammtheilen und den Pflanzen ausgetrockneter Sümpfe. Die leiseste Bewegung der Luft kann sie fortführen. Aus einem benetzten Boden können keine Spaltpilze in die Luft gelangen, da jede Feuchtigkeit an der Oberfläche der Bodenpartikeln sie festhält.

Nägeli hat zur absoluten Sicherstellung dieser Thatsache sehr schlagende Versuche angestellt. Er ließ, um die Bodenverhältnisse möglichst genau nachzuahmen, durch Kies und Sand, der mit faulender Flüssigkeit benetzt war und eine ungeheure Menge von Spaltpilzen enthielt, Luft durchstreichen. Dieser Luftstrom war viel lebhafter, als er je im Boden möglich ist und dennoch war er nicht im Stande, Spaltpilze mit sich zu reißen.

So gelangt der exakte Pilzphysiologe zu dem paradoxen Ausspruch, daß ein bis an die Oberfläche mit Abortflüssigkeit benetzter Boden keine Ansteckungskrankheiten zu erzeugen vermag.

So sehr nun dieser Satz, vor dem sich die landläufige Meinung vielleicht bekreuzen wird, gegen die Praxis der bisherigen Desinfektions-Grundsätze verstößt: vor der Wissenschaft wird er als absolut gewiß fest stehen. Jener ekelhafte Boden kann erst gefährlich werden, wenn er austrocknet. Wir werden aber gleich sehen, unter welch' seltenen Bedingungen diese Gefährlichkeit eintritt.

Die Spaltpilze werden aus einem reinen Boden leichter weggeführt, als aus einem verunreinigten. Je mehr die verunreinigende Flüssigkeit von solchen Stoffen enthält, welche beim Eintrocknen feste Körperchen festzukleben vermögen, desto weniger werden die darin enthaltenen Spaltpilze von Luftströmungen fortgetragen werden.

Daß in und aus der Erde Luftströmungen stattfinden, darüber herrscht kein Zweifel. Dieselben sind bedingt durch Temperaturwechsel der oberirdischen Atmosphäre und der Bodenoberfläche, durch eindringenden Regen, durch den Barometerstand (Wechsel im äußeren Luftdruck), durch Winde, die über die Erde streichen, in bewohnten Gegenden aber ganz besonders durch die erwärmten Häuser, welche mit ihrer aufsteigenden Luft auf den Boden wie Saugapparate wirken und zwar um so mehr, als die aus dem Boden kommende Luft in den Fundamenten der Häuser, welche mit dem Untergrund in Berührung stehen, den geringsten Widerstand antrifft.

Die jetzigen Kenntnisse über das Wesen, die Existenz- und Vermehrungsbedingungen, sowie über die Verbreitbarkeit der niedern Pilze gestatten auch die Beantwortung der Frage: Welcher Boden ist gefährlich, siechhaft? und welcher Boden ist unverdächtig, siechfrei?

Siechhaft ist nach Nägeli der naß-trockene Boden, d. h. der Boden, welcher bald längere Zeit durchnäßt ist, bald wieder austrocknet. Für eine ausreichende Benetzung, welche die Bildung von Miasmenpilzen gestattet, muß das Wasser im Boden liegen bleiben; Regen sind unschädlich, da sie nur für kurze Zeit benetzen, also der Spaltpilzbildung keinen Vorschub leisten. Ein siechhafter Boden muß demnach ein wirkliches Grundwasser besitzen, gleichviel ob dasselbe bis an die Bodenoberfläche reicht, oder ob es unterirdisch; aber dieses Grundwasser muß bald steigen, bald sinken, wenn die durch dasselbe bedingten Spaltpilze als (trockene) Miasmen in die Luft gelangen sollen. In der Regel macht sich die Siechhaftigkeit nur nach dem Sinken des Grundwassers geltend. Für die Stadt München ist durch Pettenkofer, Bühl und Seidel der Nachweis geliefert, daß mit dem Sinken des Grundwassers im kiesigen Boden der Stadt eine Neigung zu Typhus und Cholera sich kundgibt. (Die Münchener Aerzte und Forscher sind deßhalb schon seit Jahren im Stande, das Neuauftreten von Typhus-Epidemien wochenlang voraussagen zu können und soviel

mir Nägeli mündlich mittheilte, täuschten sich die dortigen Gelehrten nie, da nach jedesmaligem beträchtlichem Sinken des Grundwassers in gewissen Stadttheilen immer wieder Typhusfälle bekannt wurden, während vorher die ganze Stadt epidemiefrei war.)

Ein poröser Boden mit sinkendem und steigendem Grundwasser ist um so siechhafter, je geringer die Mächtigkeit der vom Grundwasser nicht betroffenen obern Bodenschichte, d. h. je kürzer der Weg ist, den die spaltpilzführende Grundluft zurückzulegen hat, ehe sie in die Atmosphäre gelangt.

Wenn das Grundwasser bis an die Bodenoberfläche reicht, wie in Sümpfen, so werden durch den Rückgang desselben ganze Gegenden siechhaft. Liegt das bald steigende, bald sinkende Grundwasser jedoch in tiefern Erdschichten, so werden in der Regel (aus leicht begreiflichen Gründen) nur einzelne Ortschaften oder nur einzelne Häuser, oder selbst in den Häusern nur einzelne Zimmer oder Zimmer-Ecken siechhaft, da die ausströmende miasmatische Grundluft sich weniger vertheilen kann, als an oberflächlichen Sümpfen, sondern nur an einzelnen Stellen (ausgegrabenen Bauplätzen, Kellern, Grundmauern 2c.) hauptsächlich stark abzieht.

Siechfrei ist ein dichter, felsiger Grund (mit dünner Humusschichte), ebenso ein poröser Boden, der nur vorübergehend benetzt wird, der also leicht austrocknet und beständig nur wenig-feucht (oder wie man sagt „trocken") ist, ferner ein Boden, der die aufsteigende Grundluft gut filtrirt, was durch eine dicke Humusschicht oder durch eine lehmige Decke geschehen kann. Siechfrei ist auch ein Sumpf mit gleichbleibendem Wasserstand und ein poröser Boden mit gleichbleibendem Grundwasser, da die Spaltpilze bei gleichbleibendem Wasserstand nicht in die Luft gelangen können. Ein Boden mit wechselndem Grundwasserstand kann siechfrei sein, wenn die trockenen (obern) Bodenschichten mächtig, feinporig und stark verunreinigt sind, da die Spalt- (oder Miasmen-) Pilze in diesem Fall zurückgehalten werden.

Es versteht sich fast von selbst, daß die Bodenverhältnisse an unserer Erdoberfläche so mannigfaltiger Art sind, daß sich unmöglich in wenigen Sätzen für alle möglichen Combinationen das Verdikt: „siechhaft" oder „siechfrei" wird aufstellen lassen.

Zur richtigen Beurtheilung wird man nur kommen, wenn man bei jedem speziellen Fall alle Momente zu Rathe zieht, welche auf das Leben und die Vermehrung, sowie auf die Verbreitbarkeit der Spaltpilze Einfluß ausüben.

Aus dem Vorstehenden ergeben sich leicht und ungezwungen die Nutzanwendungen. Vorerst tritt Nägeli abermals einem weitverbreiteten Vorurtheil entgegen, wenn er sagt, daß sich die Unschädlichkeit eines siechhaften Bodens nicht durch Reinhaltung bewirken lasse. Miasmen bilden sich auch schon ohne die von Menschen und Thieren herrührenden Stoffe; auch können die letzteren eher nutzbringend wirken, indem sie Fäulnißpilze begünstigen, welche ihrerseits die Miasmenpilze verdrängen.

Ein siechhafter Boden kann unschädlich gemacht werden durch beständige Trockenlegung oder durch fortdauernde Naßhaltung, ferner dadurch, daß man die von ihm kommende Luft ablenkt oder sie durch eine staubdichte Schicht filtrirt.

Siechhafte, zeitweise überschwemmte Gegenden und Sümpfe können unschädlich gemacht werden, indem man den Wasserstand auf gleicher Höhe zu erhalten sucht, sei es durch beständige Ueberschwemmung, sei es durch Trockenlegung, bis zu jenem Grad, wo die im Grundwasser entstehenden Spaltpilze nach den oben angedeuteten Verhält-

nissen zurückgehalten werden. Ein eklatantes Beispiel solcher Trockenlegung einer siechhaften Gegend bietet uns das Linththal zwischen dem Wallenstädter- und dem Zürichsee (Linth-Escher-Canal und Linth-Escher-Colonie). Nägeli führt als zweites Exempel die Gegend zwischen Riva und Colico am obern Ende des Comersee's an, die sogen. Pianura infama, „welche früher die Lage von Colico noch ungesunder machte, als die toskanischen Maremmen und die pontinischen Sümpfe, jetzt aber schon zum großen Theil mit Mais bepflanzt und viel weniger gefährlich geworden ist."

Egypten, dessen periodische Ueberschwemmungen seine Fruchtbarkeit bedingen, wird siechhaft bleiben. Deßgleichen werden Gegenden, die wegen des Reisbaues längere Zeit und periodisch überschwemmt werden, so lange von Miasmen (Malaria) zu leiden haben, als die Reiskultur einer andern vorgezogen wird. Mit Recht hat deßhalb die italienische Regierung Gesetze erlassen, denen zufolge der Reisbau in der Nähe von großen Städten untersagt ist.

Gewiß ist mit der Nägeli'schen Lehre von den niedern Pilzen die sogen. Boden- und Grundwasserfrage in das Stadium einer segensreichen Lösung getreten. Staat und Gemeinden haben die Mittel in die Hand bekommen, geraden Weges auf den alten Feind loszugehen und den seit Jahrhunderten ewig wiederkehrenden Schrecken verheerender Seuchen zu steuern. Nägeli hat uns gezeigt, wie man sich der Bildung und Verbreitung von Miasmen-Pilzen erwehren kann — die Lösung der Aufgabe ist eine Correktion des Grundwasserstandes.

Wie erwehren wir uns aber der Contagien?

Man hat schon seit alten Zeiten an verschiedenen Orten beim Auftreten contagiöser Krankheiten Mittel in Anwendung zu bringen gesucht, durch welche die vorhandenen Ansteckungsstoffe direkt unschädlich gemacht werden sollten. Es geschah dies bis in die Gegenwart hinein durch die sogen. Desinfections-Mittel. Nägeli zeigt nun an der Hand der jetzigen Kenntnisse über die niedern Pilze, daß jene Desinfections-Mittel nicht allein unzureichend, sondern geradezu schädlich wirken mußten, und weiterhin, so lange die bisherigen Mittel in Anwendung kommen werden, großen Schaden und gar keinen Nutzen verursachen können. Also auch auf dem Felde der Desinfections-Praxis gilt es, mit schädlichen Vorurtheilen tapfer aufzuräumen; es wird dies in unserer aufklärungsfreundlichen Zeit um so schneller gelingen, als ja gerade durch die neuesten Erfahrungen in der Heilkunde recht augenfällig zu Tage tritt, wie wohl es gethan ist, mit dem alten Glauben an medizinische Dogmen abzufahren und gerade das Gegentheil von dem bisherigen Verfahren anzuwenden.

Wir erinnern hier beispielsweise an die Behandlung der Typhus-Kranken, wie sie vor kaum 1½ Jahrzehnten üblich war und wie ganz anders sie jetzt geübt wird. Vor länger als 12 oder 15 Jahren hat man fast überall die stark fiebernden Typhus-Patienten nach altem, hundertjährigem Brauch so warm als möglich gehalten. Die Kranken wurden von ihren Wärtern gegen jeden frischen Windhauch geschützt und so warm eingewickelt, als stünde das Krankenbett direkt am Nordpol. Heute sucht man gerade das Gegentheil zu erreichen: die während der Fieber stark gesteigerte Körpertemperatur wird durch Umlegen naßkalter Tücher und durch Bäder künstlich heruntergedrückt, so daß der Patient vor Frostempfindung mit den Zähnen klappert. — Und was war die Folge dieser Neuerung? was ist der Effekt des Ueberspringens von einem Extrem in das andere? — Die Zahl der tödtlichen Ausgänge hat sich bei den Typhus-Kranken enorm vermindert

und die Aerzte preisen sich glücklich, daß es einstmals einen kühnen Praktiker gab, der es unternahm, vom alten Dogma sich loszutrennen, um den Anforderungen einer chemisch-physikalischen Bildung gerecht zu werden. Ja, die Aerzte lassen sich leichter belehren, als andere Menschenkinder; denn ihnen kommt in erster Linie zu gut, was die Naturwissenschaft von Tag zu Tag Neues offenbart. Aber wir sind gleichzeitig überzeugt, daß es außer den Heilkünstlern auch noch andere Leute gibt, die aus den Schätzen des Naturwissens Heil und Segen zu schöpfen verstehen, ohne daß gerade immer der Arzt und schließlich der Seelsorger zum Dolmetscher zwischen Wissenschaft und Laienwelt gemacht werde.

Das radikalste Mittel zur Unschädlichmachung der Contagien (Krankenpilze) wäre unstreitig die Tödtung dieser Organismen. Allein dieselbe ist in trockenem Zustande der Pilze mit den bisher bekannten und angewendeten Mitteln nicht möglich. Dagegen ist die Tödtung der Contagienpilze in benetztem Zustande erreichbar, aber nur unter Anwendung großer Hitze. „Um des Erfolges ganz sicher zu sein, muß man eine Temperatur von ca. 110° Celsius (also 10 Grad über der Siedehitze) anwenden. Je mehr die Lösungen sauer reagiren, um so geringere Wärmegrade genügen." Wir machen an dieser Stelle abermals auf jene Thatsache aufmerksam, daß von den Spaltpilzen der Heu-Infusionen nach halbstündigem Kochen immer noch die sogen. Heubakterien am Leben sind, während allerdings die andern Pilzformen regelmäßig dabei zu Grunde gehen. Trockene Spaltpilze werden erst bei einem Temperaturgrad von über 130° C. getödtet.

Um erfolgreich zu desinficiren kann es jedoch auch genügen, die Contagien-Pilze bloß in andere, unschädlichere Formen überzuführen, oder sie für so lange zu betäuben, d. h. in einen latenten Zustand zu versetzen, bis sie aus unserem Bereich geschafft sind.

Am erfolgreichsten dürften sich diejenigen Maßregeln erweisen, welche die vorhandenen Spaltpilze verhindern, in die Atmosphäre zu gelangen. Dies geschieht dadurch, daß man die gefährlichen Substanzen so lange benetzt und naß erhält, bis sie fortgeschafft sind.

Das hiermit ausgesprochene Princip ist klar und beinahe selbstverständlich. Die Präcisirung desselben in der gegebenen Form sieht auch ganz appetitlich aus. Wollen wir aber auf die weitere Ausführung der darin enthaltenen Rathschläge eintreten, so können wir die Nennung gewisser Materien nicht umgehen, die vielleicht dem einen und andern Leser als Objecte für ein „Illustrirtes Pflanzenleben" höchst unpassend vorkommen möchten. Da wir aber einmal mit den kleinsten, den weitverbreitetsten, den allgegenwärtigen und unter Umständen auch gefährlichsten aller pflanzlichen Lebewesen unsern Gang in die Natur angetreten haben, da ferner diese Organismen gerade dort ihre Zufluchtsstätten finden, wo in unserem Leben die Reinlichkeits-Polizei und die Gesundheits-Commissionen einzugreifen haben; so läßt sich eine nützliche, eine aufklärende Besprechung indiscreter Fragen nicht vermeiden. Die Wissenschaft kennt überhaupt jenen Unterschied zwischen unschicklichen und schicklichen, zwischen appetitlichen und ekelhaften Erörterungen nicht, oder wenigstens nicht in dem Maße, wie die feine Salon-Gesellschaft. Es gibt keine Substanz, keine Materie organischen oder unorganischen Ursprunges, welche nicht Gegenstand ernstester und belehrender Forschung geworden wäre, trotz ihres mehr als unappetitlichen Herkommens. Arzt und Forscher stellen sich

in diesen Sachen auf den gleichen Standpunkt; für Beide ist alles, was in der lebendigen und todten, gesunden und kranken Natur zu Tage tritt, in gleichem Maße würdig, genau untersucht zu werden. Der Leser will aber vom Arzt weise Rathschläge zur Erhaltung seiner eigenen Gesundheit und vom Forscher verlangt er Belehrung, sobald er sich anschickt, an seiner Hand hinauszuwandern auf das Feld richtiger Naturerkenntniß. In diesem Sinne wolle die nachstehende Erörterung aufgenommen und deren Platzgreifen an dieser Stelle entschuldiget werden.

Die Gesichtspunkte eines rationellen Desinfections-Verfahrens lassen sich auf Grundlage der Nägeli'schen Theorie in folgende 2 Sätze zusammenfassen.

1) Die Desinfection der frischen Excremente, sowie der Abtritte und Abtrittgruben ist überflüssig, weil aus den Excrementen, wenn sie frisch in den Abtritt kommen, sowie aus den Abtrittschläuchen, wenn dieselben durch den täglichen Gebrauch vor dem Austrocknen geschützt sind, und aus den Gruben selbst bloß gasförmige, somit unschädliche Stoffe entweichen können. Die Desinfection ist unter solchen Umständen sogar nachtheilig, weil durch die nach bisherigem Modus angebrachten Mittel, welche gegen den Fäulnißprozeß gekehrt sind, die Contagienpilze wahrscheinlich bloß für einige Zeit in unverändertem Zustand erhalten werden, während sie ohne jene antiseptische, d. h. ohne die gegen den Fäulnißproceß gerichtete Behandlung in den faulenden Excrementen bald so verändert werden, daß sie Niemandem mehr schädlich, sondern schnell durch die ungefährlichen Fäulnißpilze verdrängt werden.

2) Die übrigen Auswurfsstoffe von Seuchenkranken, soweit sie nicht in nassem Zustand gesammelt und entfernt werden können, bedürfen der sorgfältigsten Ueberwachung. Diese kleinen Stoffmengen hängen sich an Kleider, Wäsche, Bettzeug, Vorhänge, Tapeten, Geräthschaften, Decke und Fußboden, trocknen aus, gelangen in die Luft und mit derselben durch Mund und Nase in den menschlichen Körper. Hier findet nach Nägeli die Desinfection ihr eigentliches Feld. Alle diese Stoffe müssen womöglich bis zur Desinfection naß erhalten werden. Die Desinfection darf niemals auf trockenem Wege, namentlich nicht durch Räucherungen (im Nothfall nur durch Hitze oder anhaltendes scharfes Austrocknen) — sondern muß durch kochendes Wasser oder durch heißen Wasserdampf vollzogen werden, wobei ein Zusatz von etwas Säure sehr zweckmäßig ist, weil die Spaltpilze in sauer reagirenden Lösungen durch Wärme schneller zu Grunde gerichtet werden, als in neutralen Flüssigkeiten.

Danach sollte sich jede Waschfrau hüten, beschmutzte Wäsche von Typhus- oder Cholerakranken anders als in benetztem Zustande anzunehmen. Wäre allgemein die Regel eingeführt, daß nur nasse Wäsche außer Haus gegeben würde, so möchte manche Epidemie schon bei ihrem Ausbruch im Keime erstickt worden sein. Bekanntlich verdankte Zürich im Jahre 1867 die ziemlich heftige Cholera-Epidemie einer Verschleppung der Krankheitskeime durch trockene unsaubere Wäsche, welche von einem zugereisten Cholerakranken herstammte und in einer Vorstadt Zürichs zur Behandlung kam. Alle Erscheinungen, welche die Ausbreitung der Cholera, Pest, Pocken, Masern, Scharlach u. s. w. charakterisiren, deuten darauf hin, daß diese Epidemieen durch Spaltpilze (Contagien) in trockenem Zustand, durch Kleider und Wäsche verschleppt werden. (Thatsache ist, daß Auswurfsstoffe von Cholera-Kranken — mit trockener Wäsche verschleppt

— als Infectionsstoffe wirken, während der Genuß derselben, wie experimentell erwiesen ist, unschädlich erscheint.)

Ziehen wir die Resultate der bisherigen Untersuchungen über die Lebensweise der niedern Pilze zu Rathe, so müssen uns dieselben mehr als genügend erscheinen, um die Desinfection von Personen, resp. deren Kleidern, wie sie bis in unsere Zeit durch Räucherungen z. B. in Quarantäne-Anstalten gehandhabt wurde, als unnütz oder gar schädlich zu verdammen; denn die Infectionspilze bleiben bei diesem Verfahren unbeschädiget, während dagegen die Personen möglicherweise durch Athmungsbeschwerden, Uebelkeit, Kopfweh und anderes Unwohlsein belästiget werden.

Wie können aber die Contagienpilze am erkrankten menschlichen Körper selbst unschädlich gemacht werden? An eine Desinfection der Patienten selbst konnte bis jetzt nur in den wenigsten Fällen gedacht werden, mit Sicherheit auf Erfolg nur in dem Falle, wo Spaltpilze am Körper freiliegen und also einer Behandlung zugänglich sind. Die Spaltpilze können an der Körper-Oberfläche sich bloß auf Wunden vermehren; indem sie von da aus ins Blut gelangen, bewirken sie septische Infection („Blutvergiftung" in Folge welcher sich Fäulnißprozesse einstellen). Die moderne Chirurgie hat durch die Anwendung antiseptischer Mittel mit der Desinfection von Wunden die glänzendsten Resultate erzielt. Es ist aber eine durchaus irrige Vorstellung, wenn man meint, daß beim antiseptischen Verband die Spaltpilze getödtet werden. Dazu reichen die bisher angewendeten Mittel keineswegs aus; es ist dies aber auch nicht nothwendig, sondern vollständig genügend, wenn die auf der Wunde liegenden Spaltpilze betäubt und bewegungsunfähig gemacht werden, damit sie nicht in's Blut dringen, noch sich weiter vermehren.

Nägeli unterzieht den antiseptischen Verband einer eingänglichen Erörterung, über welche wir mit Kürze hinweggehen können, da die Frage der antiseptischen Wund-Behandlung doch ausschließlich eine Frage der technischen Medicin ist und in der Gegenwart von medicinischer Seite auch lebhaft erörtert wird. Dagegen wollen wir nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß die Heilkunde jetzt schon den Versuch macht, den Spaltpilzen auch im Innern des kranken Körpers auf den Leib zu rücken. Es geschieht dies nicht allein den Diphtherie-Pilzen gegenüber, sondern allerneuestens auch bei den Pilzen, welche die Tuberculose (Lungenschwindsucht) begleiten und nach Ansicht der hervorragendsten Mediciner das Contagium der Tuberculose darstellen. Wir haben in diesen Tagen fast in allen Zeitungen gelesen, daß es gelungen ist, im benzoësauren Natron ein Desinfections-Mittel der erkrankten Lunge zu finden. Der Entdecker dieses Mittels, Dr. Schüller, stützte sich hiebei auf zwei Thatsachen: erstens, daß die Lungentuberkulose eine Infectionskrankheit ist, die auf die Einwanderung und Vermehrung von Spaltpilzen in der Lunge beruht. Zweitens, daß die Spaltpilze anderer Infektionskrankheiten durch benzoësaures Natron unwirksam gemacht werden. Schon auf der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München (Sept. 1877) machte der vorragende Prager Professor Dr. Klebs die Mittheilung, daß, wie Graham Brown im Laboratorium von Klebs nachgewiesen hat, „der Diphtherie-Pilz (Microsporon diphth.) seine Wirksamkeit verliert, nachdem er wenige Stunden mit Lösungen von benzoësaurem Natron behandelt wurde und daß Thiere, welche bis zu einem Tausendstel ihres Körpergewichtes mit derselben Substanz gesättigt sind, für die Vegetation dieser Pilze keinen geeigneten Boden darstellen."

Nun setzte Dr. Schüller voraus, daß es wohl möglich sein sollte, auch den Tuberculose-Pilz in der Lunge unwirksam zu machen. Die hierüber angestellten Versuche führten zu glänzenden Resultaten. Dr. Schüller — so wird mitgetheilt — suchte sich immer je zwei Versuchsthiere von gleichem Alter, gleicher Stärke und gleicher Gesundheit aus und machte dieselben durch Einspritzung des Krankheitsstoffes (Tuberculose-Pilze) lungenkrank. Nachdem diese Versuchsthiere gründlichst heruntergekommen, zum hinfälligen Skelett abgemagert waren, die Freßlust verloren und den Pelz eingebüßt hatten, überließ er das eine der Thiere, welches er in seinem strengwissenschaftlichen Berichte das Control-Thier nennt, sich selbst unter gewöhnlicher Pflege und Fütterung. Das andere ließ er täglich durch beiläufig 3 Stunden in einem hiezu eingerichteten Kasten Natron benzoicum einathmen. Das Controlthier verendete regelmäßig nach 50—60 Tagen. In seiner Lunge und seinen übrigen Eingeweiden war die vollständig ausgebildete Tuberculose, selbst makroskopisch, nicht bloß mikroskopisch nachweisbar. Das Inhalations-Thier dagegen begann, anfangs langsam — später rasch, sich zu erholen, bekam Freßlust wurde binnen einigen Wochen wieder dick und fett, setzte einen neuen, üppigen Pelz an und konnte schließlich als „vollkommen gesund" entlassen werden. Diese Versuche hat Dr. Schüller mit gleichem Erfolge öfter wiederholt und mitunter auch dahin abgeändert, daß er Creosot anstatt benzoësaures Natron einathmen ließ.

Diese paar Beispiele geben der Hoffnung Raum, daß es der Wissenschaft endlich gelingen dürfte, nicht allein Mittel zu finden, um die außerhalb des menschlichen und thierischen Körpers vorkommenden Contagien- und Miasmenpilze von der Einwanderung in den gesunden Körper abzuhalten, sondern sie auch im Innern des lebenden Organismus unschädlich zu machen. Es kann sich ja bloß noch darum handeln, Mittel zu finden, welche den Spaltpilzen am meisten schaden, dem inficirten Körper aber gleichzeitig keinen dauernden oder ruinösen Nachtheil bringen. Wie sehr es aber nothwendig ist, daß die Medicin von den Resultaten pilzphysiologischer — also botanischer Forschungen Notiz nimmt, dürfte nun ohne Weiteres auf der Hand liegen.

Nägeli zieht aus seinen pilzphysiologischen Untersuchungen auch die Nutzanwendungen für die Abfuhr der Auswurfsstoffe, die ja so recht eigentlich die Verbreitungsherde der niedern Pilze sind. Große Ortschaften, übervölkerte Städte, militärische Lager sind nicht zum größten Theil wegen Luftmangel, sondern vielmehr wegen der Verunreinigung der Atmosphäre durch alle möglichen Spaltpilze ungesund und zur Ausbreitung von Epidemien besonders geeignet. Die Frage der Abfuhr aller möglichen Auswurfsstoffe gehört mithin zu den wichtigsten der ganzen Gesundheitspflege und Nägeli unterließ es nicht, dieser Frage eine eingehende Erörterung zu widmen. Wenn wir von einer kurzen Besprechung dieses Capitels hier absehen, so geschieht es aus dem Grunde, weil gerade die Abfuhrverhältnisse und die Bodenverunreinigung in Städten und andern bevölkerten Wohnsitzen sich nicht zu einer oberflächlichen, noch zu einer summarischen Darstellung eignen. Es genüge an dieser Stelle der Hinweis auf den Standpunkt des Pilz-Physiologen, wonach „der Bodenverunreinigungsfrage vor der Hand nur eine ästhetische und volkswirthschaftliche, aber keine hygienische Bedeutung beizulegen ist" und daß bei der Behandlung der Auswurfsstoffe und Abfälle darauf Bedacht zu nehmen ist, daß dieselben nicht austrocknen und daß sie namentlich nicht in Pulver

und Staub verwandelt werden. „Bleiben sie benetzt, so haben wir die Gewißheit der Unschädlichkeit“.

„Benetzte Bodenschichten, die noch so reichliche Spaltpilze enthalten, benetzte Schmutzwinkel auf der Oberfläche, ferner Abtrittgruben, Tonnen und Kanäle mit flüssigem oder benetztem Inhalte sind vollkommen harmlos in Beziehung auf die Beförderung von Ansteckungskrankheiten. Sie können durch die Gase, die sie aushauchen, uns belästigen; aber es ist physikalisch unmöglich, daß ein nicht flüchtiger Stoff, ein Stäubchen, ein Spaltpilz, ein Ansteckungskeim sich aus ihnen in die Atmosphäre erhebt. Es ist hygienisch vollkommen gleichgültig, ob die Exkremente und Abfälle an den genannten Orten in frischem oder zersetztem Zustande sich befinden, ob sie dort längere oder kürzere Zeit liegen bleiben.“

Diejenigen unserer Leser, welche ein Mehreres über die Abfuhr der Auswurfsstoffe zu vernehmen wünschen, verweisen wir auf das Nägeli'sche Buch selbst.

Ein anderer höchst wichtiger Punkt betrifft die Bestattung der Todten.

Wenn schon der Anblick einer an nicht-infectiöser Krankheit gestorbenen Person fast auf jeden Menschen einen beängstigenden Eindruck ausübt und die Nähe einer Leiche fast für Alle etwas Unheimliches bedeutet, so ist man gewohnt, um so mehr in der Leiche eines Epidemisch-Erkrankten und dem Verhängniß Anheimgefallenen einen Gegenstand des Schreckens und Entsetzens und in seiner Nähe drohende Gefahr für unser eigen Wohlsein zu sehen. Es ist deßhalb keine überraschende Erscheinung, wenn in unserer Gegenwart die Frage der Leichenverbrennung in Fluß gekommen ist und sich anschickt, eine praktische Lösung zu finden. Diese Frage gelangte an die Tagesordnung, indem auf die ganz besondere und ausnehmend gefährlich sein sollende Bodenverunreinigung durch Leichen hingewiesen wurde. Hiebei sind ganz entschieden arge Uebertreibungen mit in die Diskussion hineingeflossen, was uns aber keineswegs abhalten soll, dem angestrebten Fortschritt — oder „Rückschritt,“ (denn unsere pfahlbauenden Vorfahren und Stein- und Bronce-Menschen haben ihre Todten auch verbrannt) — freudig zuzustimmen. Für uns ist die Frage der Leichenverbrennung mehr eine ästhetische, eine Frage des „guten Geschmacks“; denn es kann der Schädlichkeit jener durch beerdigte Leichen bedingten Bodenverunreinigung leicht vorgebeugt werden. Wäre heute die Leichenverbrennung schon überall eingeführt, so möchte uns der größte Theil der Aufgabe, aus der Pilz-Physiologie Schlüsse zu ziehen auf die Gefährlichkeit der Leichen, erspart sein. Da aber voraussichtlich noch einige Jahrzehnte über unser Geschlecht dahinziehen werden, bis die schönere Sitte der Leichenverbrennung die unschönere der Beerdigung verdrängt haben wird, so dürfen wir uns der Beantwortung jener Fragen nicht entziehen: Sind Leichen vor und nach der Beerdigung gesundheitsschädliche Objecte? und können von denselben aus Contagien verbreitet werden und nach der Beerdigung Miasmen aus ihnen hervorgehen?

Es ist keine Frage, daß es Infektionskrankheiten gibt, bei denen bis zum Eintritt des Todes eine Unzahl von Contagienpilzen im Körper entstehen und folgerichtig auch in den Leichen vorhanden sind. Aber die Leichen von Infectionskranken — und nur diese — können bloß dann vor der Bestattung gefährlich sein, wenn die Ansteckungsstoffe sich an der Außenseite des Körpers befinden, wie dies bei Hautausschlägen,

Abschülferungen ꝛc. der Fall ist. (Pocken, Scharlach ꝛc.) — Ist diese Gefahr vorhanden, so sollte in allen Fällen gefordert werden, daß die Leiche und zwar unmittelbar nach dem Tode in nasse Tücher eingehüllt werde, um die Spaltpilze vor dem Austrocknen und vor Ausbreitung in die Luft zu schützen.

Bei allen übrigen Ansteckungskrankheiten dagegen, wo die Spaltpilze im Innern des Körpers ihren Sitz haben, ist gar nicht gedenkbar, daß von der Leiche aus Ansteckungskeime in die Luft gelangen, weil sie vom feuchten Körper-Innern gar nicht abkommen können. Gefahrbringend kann eine solche Leiche nur dann sein, wenn deren Oberfläche von Auswurfsstoffen verunreiniget ist, oder wenn eine Sektion vorgenommen wird. Im ersteren Falle kann man sich dadurch schützen, daß man die Leiche sorgfältig wascht oder sie ebenfalls in nasse Tücher hüllt. Werden diese Vorsichtsmaßregeln genau beobachtet, so sind alle Leichen von Ansteckungskranken ebenso ungefährlich, als die Leichen von solchen Personen, die an nicht-ansteckender Krankheit oder an Altersschwäche gestorben sind.

Durch die Fäulniß und Verwesung im Grabe werden die Contagienpilze nach kurzer Zeit zerstört, denn nach 4—8 Wochen sind bloß noch Fäulniß- und Schimmelpilze vorhanden. Es ist sonach unmöglich, daß von einer beerdigten Leiche aus, die ja wochenlang feucht bleibt, irgend welche Ansteckungskeime in die Luft gelangen. Und nach den ersten 4—8 Wochen können gar keine andern Keime mehr vom Friedhof ausgehen, als unschädliche Fäulniß- und Schimmelpilze, und diese im ungünstigsten Falle in so geringer Menge, daß an irgend welche Gefahr kaum zu denken ist. Jeder andere Winkel über der Erde, wo organische Stoffe faulen, ist weit gefährlicher als ein ganzer Friedhof mit faulenden Leichen.

Wenn die Fäulnißpilze mit ihrer Aufgabe zu Ende sind, wenn die Leichenreste bloß noch aus Knochen, Sehnen und Haut bestehen, so können allerdings auch Miasmenpilze entstehen, allein nur dann, wenn jene Reste auf längere Zeit entweder durch Ueberschwemmung oder steigendes Grundwasser benetzt werden. Allein auch in dieser Hinsicht ist der Friedhof nicht siechhafter, als irgend ein anderer verunreinigter Boden in seiner Nähe. Nur wenn auch die ganze Umgebung siechhaft ist, kann sich vom Friedhof aus miasmatische Gefahr verbreiten.

Es gibt keinen Grund, in Zeiten, wo der Tod bei verheerenden Seuchen reiche Ernte hält und die Friedhöfe rasch sich mit frischen Gräbern füllen, uns vom Gottesacker fern zu halten. Man lasse den Hinterlassenen die Befolgung der schönen Sitte, frische Gräber mit grünem Rasen und blühenden Gewächsen zu bepflanzen, um so mehr, als durch die Pflanzendecke auch alle aufsteigenden Luftströme noch besser filtrirt werden, so daß die aus dem grünen und blühenden Friedhof aufsteigende Luft durchaus nur Gase und gar keine festen Partikelchen von irgend welcher Gefahr mit sich führen kann.

Ein weitverbreitetes Vorurtheil besteht darin, daß man wähnt, es könne allfällig das Trinkwasser auf seinem Wege von der Quelle bis zur Wohnung, oder das Grundwasser, welches uns im Ziehbrunnen als Trinkwasser zur Verfügung steht, durch die Einflüsse des Friedhofs in gefährlicher Weise verunreinigt werden. Wenn Verunreinigung von dieser Seite her wirklich eintritt, so geschieht sie wohl nur durch Fäulnißstoffe und in diesem Falle ist die Verunreinigung wiederum nicht gefährlicher, als jede andere Verunreinigung durch faulende Substanzen.

Es giebt jedoch gegen alle die gewiß unbedeutenden Gefahren, welche dem Fried-

hof zugeschrieben werden könnten, ganz sichere Mittel für Abhülfe. Die Pilz-Physiologie sagt uns, daß man einfach den Friedhof entweder beständig trocken oder beständig naß zu halten habe, wenn man die Ausbreitung von Contagien und Miasmen verunmöglichen will. Halten wir den Friedhof beständig trocken, so verhindern wir die Spaltpilzbildung, halten wir ihn dagegen beständig naß, so hindern wir die Entweichung der Pilze in die Luft, wohl aber können in diesem Fall die Brunnen der Nachbarschaft verunreinigt werden. Nasse Friedhöfe sind der Zerstörung der Leichen ungünstig, weil die Luftcirculation und der Zutritt von oxydirendem Sauerstoff sehr gehemmt wird. Aus wirthschaftlichen Gründen (um eine allzugroße Ausdehnung der Friedhöfe zu verhindern) wird man lieber die Verwesung befördern, als verhindern, und dies geschieht durch Trockenlegung des Friedhofes, wobei man die Haupthätigkeit beim Zersetzungsvorgang der Leichen den Schimmelpilzen überweist und die Bildung von Spaltpilzen verhindert. Die Benetzung des trockenen Bodens von Oben her wird verhindert durch eine dicke Humusschichte, die mit einer Pflanzendecke bewachsen ist. Die Unterhaltung einer üppigen Vegetation auf dem Leichenacker ist demnach eine wohlthätige Sitte; hier verbindet sich das Schöne mit dem Nützlichen.

Nägeli fordert weiterhin, daß man die Särge so einrichte, daß die Leichen vor allfälliger Benetzung von Oben gesichert werden. Dies geschieht durch hartholzene Sargdeckel. Zur Ermöglichung des Abflusses von Leichenwasser, das sich in der ersten Fäulnißperiode im Sarge ansammelt, sind Boden und Seitenwände des „stillen Hauses" mit Löchern zu versehen. Noch besser als durchbohrte Särge wären solche aus Latten mit möglichst großen Zwischenräumen und das allerbeste wäre vielleicht, wenn der in die Todtengewänder gehüllte Leichnam unmittelbar auf die mütterliche Erde gelegt und nur mit einem Sargdeckel bedeckt würde.

Da die Träume der Friedensliga noch keineswegs nahe Aussicht haben, verwirklichet zu werden, da vielmehr kaum abzusehen ist, wann der potenzirte Massenmord der völkerverheerenden Kriege für alle Zeiten vom Erdboden verbannt sein wird, so bleibt uns immer noch die Sorge, nach blutigen Schlachten durch Massenbeerdigungen die Wahlstatt zu reinigen und den Spaltpilzen dort so bald als möglich ihre Schranken einzuengen. Nägeli gibt auch hierin sehr praktische Winke, welche zu beherzigen Aufgabe der Sieger ist. Für uns, die wir friedlich zu wirken gedenken und das Siegen mit blutgetränktem Schwert gerne den Andern überlassen, dürfte diese Frage hier wohl zu umgehen sein. Wir freuen uns der friedlichen Wohnungen und suchen uns der Aufgabe zu entledigen, die Herbergen der Lebendigen, so viel an uns liegt, in Tempel der Gesundheit zu verwandeln. Es bleibt uns daher noch die Frage zu beantworten übrig:

Wie sind die durch Nägeli's Untersuchungen gewonnenen Resultate praktisch zu verwenden, um die Wohnungen, soweit dieselben von niedern Pilzen und deren schädlichen Einwirkungen bedroht werden, gesund zu erhalten?

Die nächste Theilfrage berührt das Wasser, das in unsern Wohnungen zum Trinken, Kochen und Waschen benützt wird. Bezüglich des Trinkwassers verweisen wir auf das früher Mitgetheilte. Das Waschwasser kann in allen Fällen, selbst wenn es größere Mengen von Contagien- und Miasmenpilzen enthalten sollte, durch Erhitzen unschädlich gemacht werden, was ja auch beim Kochwasser geschieht. Nägeli zeigt übri-

gens, daß uns vom Wasser die allermindeste Gefahr droht, sobald wir verhindern, daß frische Infektionsstoffe von Kranken, die in unserm Haus sind, in's Brauchwasser gelangen.

Unendlich wichtiger als das Wasser ist die Luft, die uns in und außer dem Hause umgibt. Die unmittelbare Umgebung unserer städtischen Wohnungen ist daher wohl zu berücksichtigen. Ihre Gefährlichkeit hängt vom Charakter des Bodens und der Bodenoberfläche ab. Nägeli skizzirt die Nutzanwendungen aus der Kenntniß der niedern Pilze auf die städtischen Verhältnisse ungefähr wie folgt:

Die Bodenoberfläche neben den Häusern, also diejenige der Straßen, Plätze Gärten und öffentlichen Anlagen muß wo möglich so beschaffen sein, daß kein Regenwasser in den Untergrund dringt und daselbst Veranlassung zu naßtrockenen Zuständen gibt, ferner, daß die Bodenoberfläche selbst nicht naßtrocken (d. h. bald trocken, bald für längere Zeit benetzt) und siechhaft wird, und daß die Miasmenpilze, die sich im Untergrund bilden, verhindert werden, mit der Bodenluft heraus und in die Atmospäre zu gelangen. Daher sind gut gepflasterte Straßen, welche periodisch bespritzt werden, allem Andern vorzuziehen, da sie einen möglichst vollkommen luftdichten Abschluß gegen den Untergrund bilden, also den Bodenpilzen den Austritt verwehren.

Selbst bei der besten Anlage sind in den Städten die makadamisirten und bekiesten Straßen verwerflich, weil sie viel Staub verursachen. „Periodische Bespritzung, welche die Oberfläche doch nicht immer naß erhalten kann, wirkt schädlich, weil sie die Bildung von Spaltpilzen befördert, die nachher mit dem Staub in die Luft kommen.

Solche makadamisirte Straßen sollte man nicht spritzen, sondern nur vom Staub reinigen."

Oeffentliche Plätze, die von Fuhrwerken nicht gebraucht werden, bedürfen zur Verhinderung der Staubbildung nicht durchaus der Pflästerung; es ist ebenso zweckmäßig, sie mit sandfreiem Kies zu belegen, nachdem sie makadamisirt wurden.

Die mit Bäumen, Sträuchern und Rasen bewachsenen öffentlichen Plätze sind meistens sehr geeignet, allfällige aus der Grundluft aufsteigende Spaltpilze aufzuhalten, da die obere Bodenschicht in solchen Fällen meist feucht bleibt und im Humus solcher Pflanzungen in der Regel eine ausgibige Filtration stattfindet. Zudem gewähren solche Plätze ja der Annehmlichkeiten für Kinder und Erwachsene so viele, daß über ihre Zweckmäßigkeit kein Zweifel mehr bestehen kann. Dagegen ist es ein landläufiger Irrthum, wenn man meint, daß solche bepflanzte Stätten durch den aus allen grünen Pflanzentheilen abgeschiedenen Sauerstoff einen merklichen, gesundheitsfördernden Einfluß auf die Atmosphäre ausüben. Es ist allerdings richtig, daß in allen grünen Pflanzenorganen, vorwiegend in den Laubblättern unter dem Einfluß des Tageslichtes Kohlensäure aufgenommen und Sauerstoff abgeschieden wird; allein der Prozeß ist ein so wenig ausgiebiger, daß bei der raschen Ausgleichung im Gemisch der atmosphärischen Luft für uns kein wahrnehmbarer Unterschied erfolgt. Bekanntlich besitzt die Atmosphäre der pflanzenlosen unabsehbaren Sandwüste dieselbe Zusammensetzung, wie die Atmosphäre des üppigst bewachsenen Landstriches, sofern es sich bloß um den Gehalt von Sauerstoff und Kohlensäure handelt. Aus gleichem Grunde vermag die Kultur von Zimmerpflanzen an den Mischungsverhältnissen unserer Zimmeratmosphäre keine merkbare Veränderung zu Stande zu bringen. Das muß Jedem klar werden, sobald wir uns erinnern, daß die üppige Vegetation eines dichten Buchenwaldes, welcher unsere

ganze Erdoberfläche bedecken würde, nur $\frac{1}{2500}$ des ganzen Sauerstoff-Vorrathes der Atmosphäre abzuscheiden vermöchte.

Die Gesundheitszuträglichkeit einer Wohnung hängt aber nicht bloß von der Umgebung, sondern vielmehr noch von der Wohnung selbst ab. Wir haben schon oben gesehen, wie wir uns gegen die Infektionspilze, die im Hause selbst entstehen (Contagienpilze von Kranken) schützen können. Etwas schwieriger sind die Maßregeln gegen die Miasmenpilze, die vom Boden aus mit der Grundluft in die Häuser gelangen. In dieser Beziehung stellen sich die Verhältnisse viel ungünstiger in den Städten, als auf dem Lande. In Städten mit gutgepflasterten Straßen wird die miasmatische Grundluft am leichtesten gerade im Grunde der Häuser ihren Ausweg finden. Wir haben an anderer Stelle gesagt, daß die Häuser gegenüber der Grundluft wie Saugapparate wirken. Es ist nicht anders denkbar, als daß die Grundluft theils in die Grundmauern eindringt, sich durch die Mauern hinaufzieht und da oder dort ausströmt, theils durch die Hohlräume: Keller, Treppenhaus, Gänge und Zimmer aufsteigt. In jedem Falle bewegt sie sich nach den wärmsten Gemächern hin, wo die Atmosphäre ja immer leichter ist, als in der kältern Umgebung. Bekanntlich steigt das Leuchtgas von gebrochenen Gasleitungsröhren im Winter regelmäßig aus der Straßenleitung in die wärmsten Räume der benachbarten Häuser.

Wir können uns — sofern unsere Häuser auf miasmatischem (siechhaftem) Boden stehen — gegen die mit der schädlichen Grundluft aufsteigenden Miasmen-Pilze nur durch einen staubdichten Abschluß schützen, der bei Neubauten gleich von Anfang an leicht bewerkstelligt werden kann durch eine lehmige oder humose Erdschicht, die nachher benetzt zu erhalten ist. In ältern Häusern kann der staubdichte Abschluß gegen den siechhaften Boden durch Bespritzung der Kellerräume bewerkstelligt werden. Etwas kostspielig und unter Umständen kaum durchführbar ist eine andere von Nägeli vorgeschlagene Maßregel, die dahin geht, zu Zeiten von miasmatischen oder miasmatisch-contagiösen Epidemieen, namentlich im Winter ein oder mehrere Zimmer, die nicht bewohnt werden, stark zu heizen, um die aufsteigende Grundluft in jene Räume zu saugen, die wir unter diesen Umständen meiden. Aus demselben Grunde empfiehlt sich, zu Zeiten von Epidemieen oder schon vorher, sobald das Grundwasser zu sinken beginnt und der Ausbruch einer Epidemie zu erwarten steht, nur in kalten Zimmern zu schlafen.

Niedere Pilze können aber auch in oder an den Bestandtheilen des Hauses selbst entstehen; dies tritt namentlich bei feuchten Wohnungen ein. Sind letztere deßhalb als gesundheitsschädlich zu betrachten? Die Pilzphysiologie wird das von ihrem Standpunkt aus entschieden verneinen müssen. Daß feuchte Wohnungen unangenehm sind, soll nicht bestritten werden. Daß sie wegen ihrer abkühlenden Beschaffenheit auch nachtheilig auf die Gesundheit einwirken können, ist wahrscheinlich; aber wegen der Pilz-Vegetation, die doch in den meisten Fällen nur eine Schimmelbildung darstellt, sind sie es nicht. Dagegen ist der Fall gedenkbar, daß solche feuchte Wohnräume zu Zeiten von Epidemieen nicht nur nicht schaden, sondern ganz entschieden nützen. Feuchte oder nasse Mauern lassen nicht allein keine Miasmenpilze aus der Grundluft durch ihre Massen hindurch, sondern die oberflächliche Wasserschicht wird die in der Luft umherschwebenden Miasmen- und Contagien-Pilze, sobald sie mit der benetzten Mauer in Berührung kommen, festhalten, also zur Reinigung der inficirten Luft wesentlich beitragen. „Die

gleiche Wirkung hat eine mit Schimmelpilzen bedeckte oder eine unreine und schmierige Oberfläche."

Nägeli zeigt an der Hand seiner pilzphysiologischen Untersuchungen, daß das Schlagwort „Trockenheit und Reinlichkeit," das sich die moderne Hygiene auf ihr Banner geschrieben hat, keineswegs den wissenschaftlichen Anforderungen entspricht, die man an die praktische Gesundheitspflege stellen muß. Er kann sich recht gut denken, daß man ebenso wohl zu einer andern Devise, nämlich „Feuchtigkeit und Schmutz" hätte gelangen können, ohne für deren Begründung weniger sprechende Thatsachen zu finden, als für das erstgenannte, jetzt dominirende Schlagwort.

„Wenn der Bewohner des Karsts, der Jahr aus Jahr ein sein faules Pfützenwasser trinkt, gesund ist und der Bewohner einer Stadt oder eines Dorfes mit dem reinsten Quellwasser epidemisch erkrankt; wenn eine kleine schmutzige dumpfe Hütte, die auf feuchtem Lehm steht, siechfrei ist und ein stattliches Haus nebenan mit großen, luftigen und glänzend hellen Wohnräumen, dessen Fundament die Lehmschicht durchbricht und auf trockenem Kies ruht, siechhaft ist, so zeigt uns die wissenschaftliche Zergliederung, daß in diesen Fällen die Beschaffenheit des Trinkwassers und der Wohnräume gleichgültig ist.

Wenn wir aber sehen, daß in vielen südlichen Städten, wo Feuchtigkeit und Schmutz an der Tagesordnung sind, und ebenfalls in kleineren Städten und Dörfern des mittlern Europa's, welche die nämliche Beschaffenheit besitzen, durchschnittlich der Gesundheitszustand ein besserer ist, als in größeren mitteleuropäischen Städten, die sich alle Mühe geben, trocken und reinlich zu sein, so sind wir berechtigt, uns zu fragen, ob hier die gegenwärtig betrachteten Umstände nicht eine Bedeutung haben."

Nägeli findet, daß an dem durchschnittlich auffallend guten Gesundheitsstand der Bewohner schmutziger Städte und Dörfer auch Feuchtigkeit und Schmutz ihr Verdienst haben, weil diese zwei Faktoren eine staubfreie Atmosphäre bedingen, während gerade an dem relativ schlechteren Gesundheitszustand sauberer und trockener Städte die übel angewandte, übertriebene Reinlichkeit mit Schuld trägt. Eine vorurtheilsfreie Untersuchung belehrt uns in der That, daß die atmosphärische Luft in den schmutzigen und feuchten Wohnungen der südeuropäischen Himmelsstriche viel staubfreier ist, als die Zimmerluft des prunkenden Salons im reichsten Palast diesseits der Alpen. Das zeigt uns ja schon der in diese Räume einfallende Sonnenstrahl. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß überall dort, wo die Atmosphäre unserer Wohnräume staubig ist, auch die Verhältnisse gegeben sind, unter denen die in die Luft gelangenden Spaltpilze ruhelos hin- und hergetragen werden, bis sie gelegentlich in den feuchten Geweben unserer Lungen zur Ruhe gelangen, und — sofern es Miasmen- und Contagien-Pilze sind — unser eigenes Gedeihen untergraben.



Europäische Sumpflandschaft mit fleischfressenden Pflanzen.

III.

Fleischfressende Pflanzen.

Da stehen sie umher und staunen,
Vertrauen nicht dem hohen Fund.
Der Eine faselt von Alraunen,
Der And're von dem schwarzen Hund.
Was soll es, daß der Eine witzelt,
Ein And'rer Zauberei verklagt — —!
— — — — — — — —
Ihr Alle fühlt geheimes Wirken
Der ewig waltenden Natur,
Und aus den untersten Bezirken
Schwingt sich herauf lebend'ge Spur.
(Faust II. Theil.)

Die physiologische Botanik feiert durch ihre mikroskopischen Untersuchungs-Methoden ungeahnte Triumphe. Was heute auf allen Lehrkanzeln der Pflanzenkunde, dieser „scientia amabilis“, als unumstößliche Wahrheit gelehrt und durch die schlagendsten Experimente bewiesen wird, das galt theilweise noch vor einem Jahrzehnt als die unerforschliche Weisheit des Buches mit sieben Siegeln. Anderes, was heute so klar wie $2 \times 2 = 4$ vor Aller Augen liegt, das wagten vor Jahrzehnten kühne Köpfe nicht zu ahnen; oder wenn das letztere doch geschah, so wurden sie verlacht und ihre Gedanken als Produkte eines „wissenschaftlichen“ Abenteurers verhöhnt.

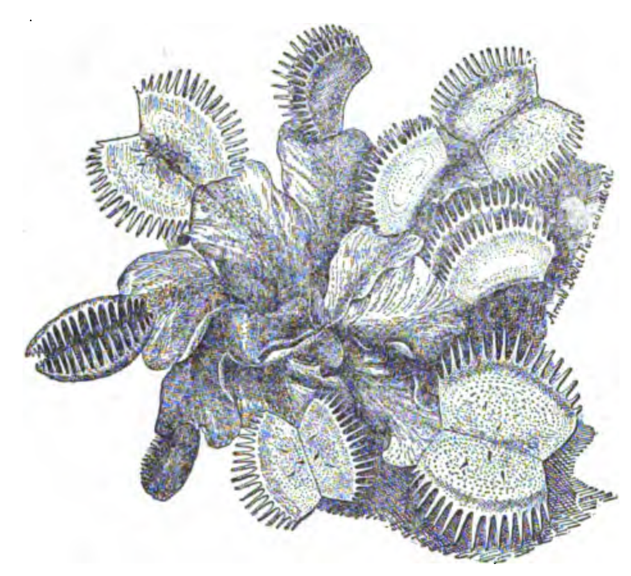
So erging es dem Gedanken an Insektenfängerei gewisser Pflanzen, dem Gedanken an die Verdauungs-Befähigung mancher Gewächse, die augenscheinlich Insekten und andere kleine Thiere fangen und als Nahrung benützen. Es sind erst wenige Jahre her, seit wir von exakten Physiologen darüber lachen hörten, wie es einstmals Botaniker gegeben habe, welche die Meinung aussprachen. daß z. B. die Venus-Fliegenfalle Insekten fange, um sie zu verzehren. Und wir Studenten lachten damals herzlich mit, weil uns der Gedanke zu absurd erschien, um mit Ernst auch nur in Besprechung gezogen werden zu können. Wenige Jahre haben hingereicht, uns alle zu belehren und selbst die berufensten Zweifler vollkommen zu überzeugen. Heute weiß jeder Gelehrte, daß das Vermögen gewisser Pflanzen, Insekten und andere lebendige Kleinigkeiten zu fangen, festzuhalten, zu tödten und schließlich zu verdauen, kein Mährchen, sondern unleugbare Thatsache ist. Diese Gewächse — ca. ein Dutzend bis jetzt bekannt gewordener Gattungen mit ungefähr 300 verschiedenen Arten — sind über alle Erdtheile verbreitet und zwar vom hohen Norden bis zum fernen Süden, in der alten, wie in der neuen Welt. Sie bilden durch ihre Gestalt und Lebensweise, durch ihr berückendes Aussehen und ihr raffinirtes, grausames Wesen schreckliche Ausnahmen unter den friedlichen Kin-

dern Flora's. In der That sind sie die „enfants terribles" der Pflanzenwelt und das allgemeine Interresse, das man ihnen von allen Seiten entgegen trägt, ist ein durchaus begründetes.

A. Die heimtückische Amerikanerin.

(Venus-Fliegenfalle, Dionæa muscipula.)

Die älteste der in das Kapitel der Insektenfängerei einschlagenden Beobachtungen an lebenden Pflanzen betrifft die Gewohnheiten der sogen. **Venus-Fliegenfalle, Dionaea muscipula.** Diese Pflanze kam in getrocknetem Zustande im Jahr 1765 von Amerika aus zum ersten Mal nach Europa. Schon in den Jahren 1766—68 stellte der englische Naturforscher Ellis an der lebenden Pflanze seine Beobachtungen an und referirte derselbe über seine Resultate im Jahr 1768 an Linné, der die sonderbare Pflanze gleich auch mit dem obigem Namen belegte. Seither ist die Venusfliegenfalle fast in allen botanischen Gärten als Warmhauspflanze eingebürgert und die meisten botanischen Lehrbücher brachten von ihr mehr oder weniger gelungene Abbildungen. Viele der letzteren sind so schematisirt und wenig lehrreich, daß wir für nöthig fanden, hier in Fig. 1 eine neue Original-Zeichnung dieser sonderbaren Pflanze zu geben.



Dionæa muscipula, die Venus-Fliegenfalle.
Nach einem lebenden Exemplar im botanischen Garten zu Zürich aufgenommen.

Gewiß haben viele unserer Leser noch keine Gelegenheit gefunden, die lebende Pflanze selbst zu sehen, noch viel weniger ihre raffinirten Künste zu beobachten.

Nebenstehende Figur zeigt die junge, kaum erwachsene Pflanze in natürlicher Größe. Sie besitzt eine grundständige Rosette von 6—12 jüngern und ältern Blättern, welche im erwachsenen Zustand horizontal ausgebreitet sind und somit dem Boden dicht anliegen. Jedes erwachsene Blatt ist eine Insektenfalle.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung wird dem Beschauer auffallen, daß die Blätter scheinbar keinen Stiel besitzen. Dieser ist indessen doch vorhanden; allein er ist rechts und links mit blattähnlichen Anhängen, mit sogen. Flügeln versehen. So stellt er in seiner Gesammtheit ein zungenförmiges Gebilde dar, an dessen oberem Ende die Flügel plötzlich aufhören und der eigentliche Blattstiel dort auf eine sehr kurze, oft kaum meßbare Strecke frei erscheint. Ueber dieser Stelle folgt dann die sogenannte Blatt-

spreite oder Blattscheibe, die aus einer Mittelrippe und zwei halbkreisförmigen Hälften besteht. Im ausgewachsenen, nichtgereizten Zustande ist dieser oberste Blatttheil in einen weit klaffenden Winkel ausgebreitet. Am äußern Rand jeder halbkreisförmigen Hälfte stehen je 12—20 steife Randborsten und zwar rechts und links in übereinstimmender Zahl. Unweit der Mittelrippe stehen auf der Oberseite jeder Spreitenhälfte je 3 reizbare Borsten, die gleichweit von einander abstehen. Das sind die verhängnißvollsten Gebilde des ganzen Blattes; denn wehe der Fliege, die mit einem oder mit etlichen dieser „nervösen Haare" in Berührung kommt!

Setzen wir voraus, eine dieser hübsch entwickelten Fliegenfallen-Pflanzen stehe in einem Torfmoor Nord-Carolina's, ihrem eigentlichen amerikanischen Vaterlande. Ein heißer Augusttag liegt schwül und drückend auf dem schwarzen Untergrund. Die übrige Pflanzenwelt ist mager, spärlich genährt, im Abwelken begriffen. Auch unserer Dionæa wird es unbehaglich; sie dürstet nach Trank und Speise; ihre sämmtlichen Blätter sind, zum Fange bereit, ausgebreitet; die drei Borsten rechts und links auf jeder Blatthälfte stehen schief in die Höhe: das ist der kleine Belagerungszustand. Plötzlich kommt eine unvorsichtige (socialdemokratische) Fliege herangesummt und läßt sich von der glänzend-glatten Blattoberseite berücken; sie setzt sich auf einen der breitgeflügelten zungenartigen Blattstiele, marschirt neugierig gegen den obern Blatttheil; sie überschreitet das obere Ende der Blattstielflügel und betritt die glänzende Fläche der Spreite selbst. Jetzt marschirt sie über der Mitte der letzteren vorwärts und stößt unwillkürlich — nichts Böses ahnend — an eine der 3 Borsten zur rechten oder an 2 oder 3 Borsten linker Seite: plötzlich bewegen sich (Polizei und Staatsanwaltschaft) die beiden Blatthälften rechts und links von der Mittelrippe wie in Charniren nach Oben. Im Nu haben die beiden mit Randborsten bewaffneten bogenförmigen Blattränder sich über der Fliege zusammengeschlagen; da hilft kein Zappeln, kein Protestiren, keinerlei Anstrengung: die Fliege bezahlt die Borstenberührung mit Gefangenschaft, denn sie ist nun in einen bohnenförmigen Hohlraum eingeschlossen, den die beiden concaven, nun rings am Rand zusammenschließenden Blatthälften bilden. Den sinnreichsten Verschluß bilden die Randborsten, welche beim Zusammenklappen der beiden Blatthälften so in einandergreifen, wie die gerade ausgestreckten Finger unserer Hände, wenn wir diese zum Beten zusammenfalten. (Siehe Fig. 2, B u. C.) An unserer unvorsichtigen Fliege hat sich das Verhängniß vollzogen; sie sieht das Tageslicht nimmer mehr; denn je mehr sie sich anstrengt, aus dem Gefängniß in Freiheit zu gelangen, desto mehr reizt sie das Blatt, desto mehr schließen die beiden Hälften krampfhaft zusammen. — Nach ein paar Tagen dient die Fliegenleiche dem Blatt als leckerer Nahrungsbissen.

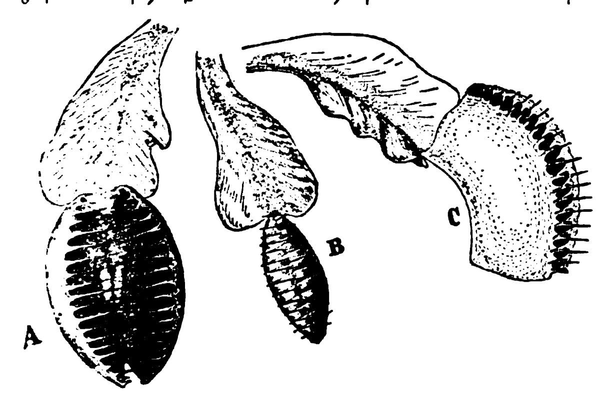


Fig. 2. Die Gefangennahme einer Fliege durch das Blatt von Dionæa muscipula.

A. Das durch die Fliege gereizte Blatt bereits zur Hälfte geschlossen.

B. Das Blatt vollständig geschlossen, von Oben gesehen. Die Fliege ist im bohnenförmigen Hohlraum gefangen und nicht mehr sichtbar.

C. Ein ebensolches geschlossenes Blatt, schief von der Seite gesehen.

Das sind die naturgetreuen Vorgänge, die sich auf unserer amerikanischen Pflanze in den Sümpfen Carolina's oder auch bei uns im warmen Gewächshaus leicht beobachten lassen. Wir verstehen, warum die Venus-Fliegenfalle von dem Tage ihrer Entdeckung an bis heute als beliebte „Spaßmacherin" cultivirt und wiederholt beobachtet und beschrieben wurde.

Der geneigte Leser möge uns nun folgen, wenn wir auf die Einzelheiten eintreten:

Wie die Venusfliegenfalle von John Ellis durch seine erste Beschreibung in die Botanik eingeführt wurde, ersieht man am besten aus einigen Stellen seines diesbezüglichen Aufsatzes, der aus dem Jahr 1770 datirt. Ellis berichtet von der Dionæa muscipula, „daß die Natur vielleicht einiges Absehen auf ihre Ernährung bei der Bildung ihrer Blätter gehabt haben möge. Das obere Theil derselben stellet ein Werkzeug zum Fange einer Art Nahrungsmittel vor, auf dessen Mitte die Lockspeise für das unglückliche, zum Raub ausersehene Insekt, lieget. Viele kleine rothe Drüsen, die die obere Fläche des Blattes bedecken, und einen vielleicht süßen Saft ausschwitzen, locken das Thierchen an, denselben zu kosten; in dem Augenblicke, da dessen Füße diese zarten Theile berühren, werden die zwei Lappen des Blattes durch den Reiz in Bewegung gesetzt, schlagen einwärts zusammen, fassen das Thierchen, legen die Stacheln am Rande in einander und drücken das Thierchen todt. Damit aber nicht die Bemühungen des Thierchens, sein Leben zu erhalten, zu seiner Befreiung gereichen können, so befinden sich drei kleine Stacheln in der Mitte jedes Lappens zwischen den Drüsen aufgerichtet, welche allem seinem Bestreben ein Ende machen."

Es ist zu bemerken, daß Manches, was in dieser Beschreibung von Ellis auch dem Uneingeweihten als fabelhaft vorkommen möchte, durchaus richtig ist. Unrichtig dagegen ist jene Auffassung von John Ellis, wonach die drei „Stacheln" auf der Mitte jedes Blattlappens dazu dienen, den Bestrebungen des gefangenen Insektes, sich aus seinem Gefängniß zu befreien, „ein Ende zu machen". Ellis betrachtete das über der Fliege sich fest zusammenklappende Blatt der Dionæa wohl ungefähr als eine Einrichtung von dem Charakter der mittelalterlichen Folterwerkzeuge, welche man unter dem Namen „eiserne Jungfrauen" als letzte Bekehrungsmittel in Anwendung brachte. Wie hier — bei der „eisernen Jungfrau" — der zur letzten Folter oder zum Tod Verurtheilte in's Innere der grausen Menschengestalt aufgenommen und schließlich von mehreren Dolchen durchbohrt wurde, die aus den Wänden und aus der abschließenden Thüre auf den armen Delinquenten eindrangen, so — glaubte Ellis — dringen jene 2×3 Stacheln der zusammenschlagenden Blatthälften unserer Venus-Fliegenfalle auf das in Todesängsten Flucht anstrebende Insekt ein. Dem ist aber nicht so, wie wir in der Folge sehen werden.

Ein Uebersetzer des Ellis'schen Aufsatzes, Schreber (1771) unterließ nicht, in seiner Vorrede der Vermuthung entgegenzutreten, „daß die Pflanze von den zwischen ihren Blättern zerdrückten Insekten einige Nahrung ziehe", was nicht allein Schreber, sondern seither, während eines ganzen Jahrhunderts die meisten Botaniker und Physiologen für unglaublich hielten. Erst die gründlichen Untersuchungen Darwin's, die er im Sommer 1875 in seinem Buch: „Insectivorous plants" publizirte, halfen der hundertjährigen Auffassung von John Ellis, wonach das Blatt von Dionaea „zum Fange einer Art Nahrungsmittel" eingerichtet ist, zum siegreichen Durchbruch.

Betrachten wir unsere seltsame Pflanze etwas genauer. Sie gehört zur Familie der Droseraceen, wohin die bestuntersuchten „Sonnenthau-Pflanzen" unserer Torfmoore zählen, denen wir unten eine detaillirte Betrachtung widmen werden.

Der Stengel von Dionæa muscipula, an welchem die Laubblätter ihren Ursprung nehmen, ist so sehr verkürzt, daß man ihn kaum wahrnimmt, da er ganz von den untersten Theilen, den sogenannten Scheiden der grundständigen Blätter eingehüllt ist.

Die Blattscheiden — die untersten Theile der Laubblätter — sind meist unterirdisch, farblos, wulstartig verdickt und bilden in ihrer Gesammtheit eine Art unterirdischer Zwiebel.

Der Blattstiel ist, wie bereits eingangs erwähnt, geflügelt, indem er sich zu beiden Seiten, rechts und links, in einen dünnen, flachen Saum erweitert. Die Dimensionen der Flügel schwanken beträchtlich; manche seit längerer Zeit kultivirte Dionæen bilden z. B. während gewissen Jahreszeiten sehr schmale Blattstielflügel, indeß der Stiel selbst eine beträchtliche Länge erreicht. Die in Nord-Carolina wildwachsenden und von dort frisch nach Europa eingeführten Venus-Fliegenfallen dagegen bilden in der Regel sehr stark entwickelte Blattstielflügel, die nicht selten sogar die Breite des obersten Blatttheiles, der Spreite selbst, übertreffen, wie unsere Fig. 1 zeigt, die ein prächtiges Exemplar aus dem botanischen Garten in Zürich darstellt. Am obern Theil des Blattstieles sind die Flügel am mächtigsten entwickelt, dort aber plötzlich abgestutzt (Fig. 2 A. und B.). Ihr Rand ist in der Regel ganz; doch gibt es auch hie und da Blätter, an denen die Blattstielflügel gezähnt sind.

Die kräftige Mittelrippe des Blattstieles ist dicht unterhalb des Eintrittes in die Blattspreite flügellos. Dort scheint das ganze Blatt eingeschnürt und auf eine Strecke von höchstens 1 Millimeter bloß aus der Mittelrippe zu bestehen.

Die Blattspreite erscheint, wie wir bereits oben gesehen haben, durch die Mittelrippe in zwei symmetrische Hälften von halbkreisförmigem Umriß getheilt. Doch ist jeder Halbkreis am obern und untern Ende der Mittelrippe etwas ausgeschnitten. (Fig 1.)

Die an den auswärts gebogenen Blatträndern stehenden Borsten, 12—20, seltener auch bis 22 an der Zahl, divergiren der Art, daß jede Borste senkrecht zur Tangente steht, welche man durch ihre Basis an den Bogen des Blattrandes gezogen denkt. Die in der Mitte des Bogens stehenden Randborsten sind am stärksten entwickelt; von dort aus nimmt ihre Größe nach Oben und Unten ab. Die drei stachelartigen Borsten auf der obern Blattspreitenfläche sind kleiner als die Randborsten und besitzen die Fähigkeit, an ihrer Basis sich derart biegen zu lassen, daß sie ganz verschiedene Winkel mit der Blattfläche bilden, ohne dabei abzubrechen. (Vergl. Fig. 1 u. 3.) Die beiden Hälften der Blattspreite sind in dem Theil, welcher der Mittelrippe anliegt, hohl und zwar derart gekrümmt, daß beim Zusammenklappen beider Hälften über der Mittelrippe ein Hohlraum entsteht, der ungefähr die Gestalt einer Bohne besitzt. Im ungereizten Zustande sind die beiden Spreitenhälften auch nicht in eine Ebene, also keineswegs ganz flach ausgebreitet, sondern sie divergiren über der Mittelrippe nur um 60—80 Winkelgrade.

Interessant ist der Umstand, daß auch die Epidermiszellen der Blattspreite reichlich Chlorophyllkörner, d. h. Plasmakörperchen enthalten, die bei den meisten andern Pflanzen in der Epidermis fehlen. Auch trägt die Blattoberseite rechts und links, doch

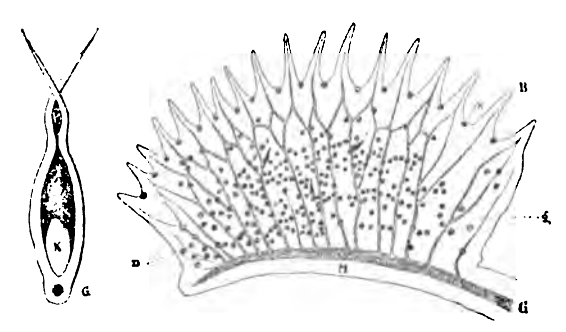


Fig. 3. Rechts: die linke Hälfte eines erwachsenen Blattes von der Venus-Fliegenfalle, von Oben gesehen, vergrößert.

M. - Mittelrippe. G. - der starke Gefäßstrang der Mittelrippe, der sich nach Rechts in den Blattstiel hinunterzieht.

g. - verzweigte Gefäßstränge, die senkrecht oder beinahe senkrecht vom Strang der Mittelrippe abgehen und in den Randborsten endigen.

D. - Drüsen der Blattoberfläche. Zwischen je 2 Randborsten sitzt ein Sternhaar.

Links. Senkrechter Durchschnitt durch ein zusammengeklapptes Blatt, welches in dem bohnenförmigen Hohlraum ein Stückchen Käse K einschließt.

erst in beträchtlichem Abstand von der Mittelrippe entfernt, zahlreiche scheibenförmige Drüsen, die schon dem unbewaffneten Auge als zahlreiche Pünktchen erscheinen, welche auf dem mittleren Theile der Blattspreitenhälften unregelmäßig vertheilt sind. (Siehe Fig. 3.) Bei genauerer Untersuchung mit Hülfe des Mikroskopes zeigen diese Drüsen große Aehnlichkeit mit den stiellosen Drüsen des Fettkrautes (Pinguicula), das wir in der Folge als einheimische fleischfressende Pflanze ebenfalls besprechen werden. Jene Drüsen auf der Blattspreite von Dionaea sind aber in ungereiztem Zustande trocken; kommen sie dagegen mit stickstoffhaltiger Flüssigkeit in Berührung, so beginnen sie eine farblose Flüssigkeit abzusondern.

Auf der Unterseite der Blätter finden sich zahlreiche Sternhaare; dergleichen finden sich auch zwischen den Randborsten, auf dem Bogen des Blattrandes; sie vermögen aber nicht abzusondern.

Die Epidermis der untern Blattseite besitzt ebenfalls Spaltöffnungen, d. h. mikroskopisch kleine Löcher, die an tausend Stellen die Kommunikation der im Blatt-Innern eingeschlossenen Luft mit der äußeren Atmosphäre ermöglichen.

Zwischen der obern und der untern Blatt-Epidermis liegen noch zweierlei Hauptgewebe, die wir wohl auseinander halten müssen: Die Gefäßstränge der Blattnerven und das zwischen denselben liegende großzellige und saftige Grundgewebe.

Ich habe in Fig. 3 die linke Hälfte der Blattspreite, von Oben gesehen, dargestellt und den Verlauf der Gefäßstränge, die wie Adern von der Mittelrippe bis zu den Randborsten verlaufen, zur Anschauung gebracht. Die Mittelrippe enthält ein dickes Bündel feiner Spiralgefäße (G), welches bis zur stumpfen Blattspitze verläuft, dort blind endigend. Von diesem kräftigen Mittelrippenstrang aus gehen unter rechtem oder fast rechtem Winkel nach Rechts und Links die feinen Seitenstränge (g) in die beiden Spreitenhälften ab, um in der Nähe des gebogenen Randes sich zu verzweigen und unter einander in Verbindung zu treten, d. h. Anastomosen zu bilden. Auffallend ist hier (wie bei den Sonnenthau-Pflanzen — Drosera —, von denen wir in der Folge reden werden) die Zickzacklinie, welche die letzten Verzweigungen der seitlichen Gefäßstränge längs des gebogenen Blattrandes bilden. Von den äußern Spitzen der Zickzacklinie geht (ganz ähnlich, wie bei den Drosera-Arten) je ein Gefäßstrang in eine Randborste. Doch entbehren die steifen Randborsten durchaus jedes drüsenartigen Gebildes.

Die Venus-Fliegenfalle scheint für eine ganz gewöhnliche Ernährungsweise, wie die meisten andern Pflanzen eingerichtet zu sein. Sie besitzt im normalen Zustande

ganz hübsch entwickelte Wurzeln, welche hinreichen dürften, um aus der Erde die rohen Nährstoffe in ausreichender Menge aufnehmen zu können. Auch sind die Blätter und die breiten geflügelten Blattstiele reich an Zellen, die grünes, also assimilationsfähiges Plasma enthalten und demnach im Stande sind, aus unorganischen Substanzen organische Stoffe zu bilden. In der That scheint diese Pflanze ganz gut gedeihen zu können, auch wenn ihr die Möglichkeit zum Insektenfang benommen wird. Um so auffallender sind ihre wunderbaren Gewohnheiten, wie ein heimtückisches Thier harmlose Insekten und anderes krabbelndes Geziefer zu fangen und zu verdauen.

Wie der Insektenfang stattfindet, haben wir bereits oben geschildert. Jedes größere Kerbthier, das fliegend oder kriechend sich auf die Blattoberfläche mit ihren 2 × 3 reizbaren Borsten wagt, und dort eine oder etliche dieser Borsten berührt, wird — sofern es noch etliche Sekunden verweilt — unrettbar gefangen und dem Tode geweiht. Nach der stattgehabten Erschütterung der sensibeln Borsten folgt das beschriebene Zusammenklappen der beiden Blatthälften. Hiebei verkürzt sich die Oberseite der gereizten Blattflächen beträchtlich. Während letztere im ausgebreiteten Zustande nach Oben nur wenig concav, oder beinahe eben, ja mitunter sogar convex gekrümmt erscheinen, wie dies Prof. H. Munk nachgewiesen hat, wird während des plötzlichen Zusammenschlagens jede der beiden Blatthälften wie eine hohle Hand gekrümmt, und da dies auf beiden Seiten der Mittelrippe gleichzeitig stattfindet, so entsteht während der verhängnißvollen Gefangennahme der Fliege eben jener bohnenförmige Käfig, aus welchem es für die lebende Beute kein Entrinnen mehr gibt (vgl. Fig 2 A und B). Da die Blattspreite des erwachsenen Blattes auf der Oberseite tief purpurroth gefärbt ist, so sieht sich das gefangene Insekt in eine düsterrothe Dämmerung eingehüllt. Selbst die stärksten Anstrengungen großer gefangener Insekten, zu entkommen, sind vergeblich; denn das Gewebe der Blattspreite ist beträchtlich dick, saftig, knorpelig-spröde, resistent: Eher würde die Blattspreite zerreißen, als daß sie sich in gereiztem Zustande der Art öffnen ließe, daß das um Freiheit ringende Insekt zu entkommen vermöchte. Das Opfer ist dem Erstickungstode anheimgefallen. Alsbald fangen nämlich die zahlreichen Scheibendrüsen der zusammengeschlagenen Blattspreite an, lebhaft zu secerniren. Die Wände des Gefängnisses werden feucht, die Flüssigkeit, welche aus den Drüsen abgeschieden wird, vermehrt sich in kurzer Zeit so, daß die Fliege in dem Saft ersticken muß.

Alle diese Momente sind den ersten Beobachtern der Dionæa entgangen. Das erklärt uns, warum Ellis z. B. der Ansicht huldigte, es dienen die 2 × 3 Mittelborsten, jene 6 sensibeln Borstenhaare dazu, den weitern Entweichungsversuchen des Insektes — also wohl durch Aufspießung des letztern? — „ein Ende zu machen". Die sensibeln Borsten dienen weder als Dolche, noch als Klammern, sondern sie vermitteln am leichtesten den von Außen kommenden Reiz auf die *empfindlichen* Blattgewebe, die einen großen Theil der Blattoberfläche einnehmen und auch die Mittelrippe zwischen den zusammenklappenden Hälften bedecken.

Die plötzliche Bewegung der gereizten Dionæa-Blätter ist in der That eine wunderbare Erscheinung. Der leiseste Stoß, welcher mit einem festen Gegenstand gegen eine oder mehrere der sensibeln Borsten ausgeführt wird, bildet die Ursache für das plötzliche Zusammenklappen der beiden Blattspreite-Hälften.

Auf der andern Seite erscheint die Thatsache sehr eigenthümlich, daß die sehr reizbaren Blätter gegen die einfallenden Regentropfen und gegen den Luftdruck eines

plötzlich ausbrechenden starken Orkanes unempfindlich sind. Dieses Verhalten ist eine der schönsten Anpassungen an die natürlichen Verhältnisse, unter denen diese Pflanze vorkommt; denn das Schließen der Blätter bei Sturm und Regen würde der Pflanze nicht allein keinen Nutzen, sondern nur Nachtheil bringen, während das Fangen von Insekten für sie nützlich ist.

Die Scheibendrüsen, welche auf der Blattoberfläche zerstreut sind und bei geschlossenen Flügeln die Wände des bohnenförmigen Hohlraumes auskleiden, besitzen nämlich die Fähigkeit, bei Berührung mit stickstoffhaltigen Substanzen ein verdauendes Sekret von ähnlichen Eigenschaften, wie der Magensaft der Thiere, abzusondern. Wenn ein kleines Stückchen feuchtes Fleisch oder auch eine zerdrückte Fliege auf die Oberfläche eines geöffneten Dionæa-Blattes gelegt wird, so erscheinen nach kurzer Zeit die sonst trockenen Drüsen feucht. Anders, wenn man nichtstickstoffhaltige Körper, z. B. Stückchen Kork, Holz, Moos, Papier, Sandkörner oder Glas längere Zeit auf der Blattoberfläche liegen läßt. In diesem Falle bleiben die Drüsen trocken; es unterbleibt jede Absonderung.

Werden die reizbaren Blätter durch Fleischstückchen oder Insekten, die mit den sensibeln Mittelborsten in Contakt kommen, zum Schließen veranlaßt, so sondern nicht bloß jene Drüsen ab, welche mit dem reizausübenden Gegenstand in Berührung stehen, sondern die Secretion tritt an allen Stellen der drüsenbedeckten Blattfläche ein. Die farblose Feuchtigkeit ist etwas schleimig und färbt blaues Lackmuspapier entschieden roth; sie ist also sauer. Legt man Eiweißstückchen (Fragmente von hartgekochten Eiern) auf die sich schließenden Blatthälften, so erfolgt oft eine so lebhafte Secretion, daß die abgeschiedene Flüssigkeit am zweiten Tage sogar als großer Tropfen vom Blatt herunterläuft.

Wird der über einem gefangenen Insekt vollständig geschlossene bohnenförmige Hohlraum auf der Blattstielseite künstlich geöffnet, indem man dort z. B. ein Stück der gekrümmten Blattfläche ausschneidet, so wird man beobachten, daß das Blatt mehrere Tage lang so lebhaft absondert, daß die Feuchtigkeit, aus der Oeffnung des bohnenförmigen Hohlraumes heraustretend, fortwährend dem Blattstiel entlang herunterläuft.

Dieselben Drüsen, welche secerniren, besitzen aber auch die Eigenschaft, stickstoffhaltige lösliche Stoffe zu absorbiren. Es geht dies aus dem mikroskopischen Befund hervor, den zu schildern wir hier füglich unterlassen können, da wir unten, bei der Besprechung unserer Sonnenthau-Pflanzen, genauer auf die dortigen Vorgänge eintreten werden, die im Wesentlichen dieselben sind, wie hier.

Es kann nicht befremden, daß die Sekretion der Drüsen unterbleibt, wie dies thatsächlich bei Dionæa der Fall ist, wenn der sie berührende Gegenstand trocken ist und vorsichtig auf die trockene Drüse gelegt wird. Aber wie kommt es denn — wird man fragen — daß trockene, lebendig gefangene Insekten das trockene Blatt der Venus-Fliegenfalle zur Sekretion reizen können? — Die Erklärung ist sehr einfach: Jedes von den todbringenden Armen der Dionæa umklammerte Insekt versucht mit Aufbietung aller Körperkräfte zu entkommen. Nun dürfen wir uns allerdings nicht etwa vorstellen, daß das sich übermäßig anstrengende Insekt in Schweiß gerathe; denn diese kleinen Geschöpfe entbehren der Schweißdrüsen; aber es erscheint zum vornherein mehr als wahrscheinlich, daß das in Todesängsten zappelnde Thier durch die bekannten natürlichen Oeffnungen aus seinem geängstigten Leibe stickstoffhaltige Flüssigkeiten abgibt, welche

hinreichen, einige wenige Drüsen zur ersten Absonderung zu reizen. Ist dieses geschehen, so ist der ganze Secretions- und Absorptions-Vorgang glücklich eingeleitet und alles Weitere ist nur noch: Erstickung der lebenden Beute, reichliche Absonderung aller Blattdrüsen, Auflösung der in dem Thierleichnam enthaltenen löslichen Stickstoffverbindungen und die successive Absorption dieser aufgelösten und assimilirbaren thierischen Substanzen.

Ueber die Verdauungskraft und die Absorptions-Fähigkeit der Dionæa-Blätter sind hinreichend zahlreiche Experimente angestellt worden, welche uns außer alle Zweifel setzen. Ich führe hier einen der interessantesten Versuche aus Darwin's Buch über die „Insectivorous plants“ an:

Ein Stückchen Eiweiß von $^1/_{10}$ Zoll im Geviert, aber nur $^1/_{20}$ Zoll dick, und ein Stückchen Gelatine von derselben Größe wurden auf ein Blatt gelegt, welches sich über diesen stickstoffhaltigen Substanzen schloß und in oben angegebener Weise eine Art Magen darstellte, der auf seiner Innenwand durch zahlreiche Drüsen die bekannte saure Flüssigkeit absonderte. Das Blatt blieb während 8 Tagen geschlossen, ward dann aber aufgeschnitten, um den Einschluß zu untersuchen. Die Oberfläche war ganz benetzt mit einem unbedeutend klebrigen, sehr sauren Sekrete, und die Drüsenzellen zeigten die charakteristischen Zusammenballungen des plasmatischen Inhalts. Nicht eine Spur von Eiweiß oder Galatine war übrig geblieben. Die Drüsenflüssigkeit hatte beide Stücke vollständig aufgelöst, die Drüsen selbst hatten alle Substanzen vollständig aufgesaugt. Aehnlich große Stücke von Eiweiß und Gelatine waren zu gleicher Zeit auf feuchtes Moos in demselben Topfe gelegt worden, so daß sie annähernd denselben Bedingungen ausgesetzt waren. Nach 8 Tagen waren dieselben braun, im Zerfall begriffen und von Moderfasern bedeckt, waren aber nicht verschwunden.

Man kann bei solchen Fütterungsversuchen des Guten auch zu viel thun; dann zeigen die überfütterten Blätter Verdauungsbeschwerden, die auf die Dauer schädlich wirken. Dies geschah z. B. bei einem Blatt, dem man einen Eiweißwürfel von $^1/_{10}$ Zoll Kantenlänge darbot. Das Blatt öffnete sich nach 13 Tagen von selbst, aber es zeigte sich, daß der Eiweißwürfel (von doppelter Dicke desjenigen im vorigen Versuch) zu groß war; denn die Drüsen, welche mit ihm in Berührung standen, waren verletzt und fielen ab; es war auch ein Eiweißhäutchen von brauner Farbe, mit Moder überzogen, übrig geblieben. Dagegen ward gleichzeitig ein ebenso großes Gelatine-Stück vollständig aufgelöst und absorbirt; es fand sich nur noch etwas weniges saures Sekret auf der Mittelrippe.

Fütterungsversuche mit Käse und chemisch präparirtem Caseïn schlagen fehl. Der Magen der Venusfliegenfalle ist nicht so kräftig, als der gesunde Bauernmagen, und wird krank, wenn ihm Käse gereicht wird.

Die Bewegungen des Dionæa-Blattes können, wie wir aus dem Vorstehenden ersehen, auf zwei Arten verursacht werden: einmal durch Reizung der sensibeln Borsten, sei es durch ein lebendiges Insekt oder durch Berührung mit einem andern festen Gegenstand, sodann durch Resorption stickstoffhaltiger Substanzen, welche man vorsichtig auf das Blatt legt, ohne daß man dabei die empfindlichen Kanzler-Haare berührt. In diesem letztern Falle schließt sich das Blatt sehr langsam, während die Reizbewegung im Gegensatz zur Resorptionsbewegung eine ungemein rasche, eine plötzliche genannt werden muß. Wird die Reizbewegung künstlich veranlaßt, ohne daß dabei von dem sich schließenden Blatte stickstoffhaltige lösliche Substanzen eingeschlossen werden, so

öffnet sich die Blattspreite langsam wieder und zwar schon innerhalb der nächsten 24 Stunden, dann kann neuerdings Reizbewegung veranlaßt werden. Dr. H. Munk hat konstatirt, daß ein und dasselbe Blatt der Venusfliegenfalle 30 Mal hinter einander Reizbewegung ausführt, wenn man das Fangen von Beute verhindert. Anders verhält es sich, wie vorauszusehen, wenn dem Blatte Nährsubstanzen thierischen Ursprungs geboten werden. Wird hiebei Reizbewegung vermieden, so erfolgt die langsame Resorptionsbewegung mit der schließlichen Umklammerung der gebotenen Nahrung (Vergl. Fig. 3, die Zeichnung links mit dem Querschnitt durch ein geschlossenes Blatt). Dann öffnet sich das Blatt längere Zeit nicht wieder, sondern bleibt 8, 10, 12, 18 bis 20 Tage und noch länger geschlossen, während welcher Zeit die Verdauung der assimilirbaren Nahrung vor sich geht. Erst nach dieser längern oder kürzern Zeit erfolgt das langsame Wiederöffnen des Blattes. Das gleiche ist der Fall beim Insektenfang, wo das Blatt eine plötzliche Reizbewegung ausführt und in Folge von Resorption der gefangenen Beute lange Zeit geschlossen bleibt.

Nach den zahlreichen Beobachtungen verschiedener Gelehrter, wozu auch diejenigen von Fräulein Treat in New-Jersey gehören, vermag ein Blatt der Venusfliegenfalle bloß 2, höchstens 3 Mal Resorptionsbewegungen auszuführen. Nach zweimaligem Beutefangen und Verdauen öffnet es sich oft nicht wieder; geschieht dies dennoch, so zeigt es sich schon bedeutend geschwächt und fängt und verdaut es kaum zum dritten Mal seine Beute. Das muß um so mehr auffallen, als wir bei andern Pflanzen der gleichen Familie von Gewächsen, nämlich bei den Drosera-Arten, sehen werden, daß ein und dasselbe Blatt nicht nur auf einmal mehrere Insekten zu fangen, sondern sehr oft hinter einander gefangene Beute zu verdauen vermag. Die Venus-Fliegenfalle steht also im Vergleich zu unseren Sonnenthau-Pflanzen keineswegs im Vortheil. Es ist sogar wahrscheinlich, daß sie in Folge dieser ungünstigen Ausstattung aussterben wird, worauf schon ihr kleiner Verbreitungsbezirk hinweist. Damit ist aber keineswegs gesagt, daß die Fähigkeit, kleinere Thiere, Insekten und drgl. zu fangen und zu verdauen, in früherer Zeit für die Dionæa nicht weit zuträglicher war, als sie es jetzt ist. Das Princip der natürlichen Zuchtwahl verlangt sogar diese letztere Annahme.

Wenn uns schon die eigenthümlichen Reizbewegungen, die wir bei unseren einheimischen Sonnenthau-Arten kennen lernen werden, in Staunen versetzen, so geschieht dies in noch viel höherem Grade bei den plötzlich erfolgenden Schließbewegungen an den Blättern unserer grausamen Amerikanerin. Hier — bei der Venus-Fliegenfalle genügt es, daß nur eine einzige der 2 × 3 sensibeln Borsten leise berührt werde, um — (fast hätten wir gesagt: eine Anklage auf Bismarck-Beleidigung) — ein plötzliches Zusammenklappen der zwei Blattflügel zu provociren. Dabei wird der motorische Impuls von der Basis des gereizten Borstenhaares aus — durch unterirdische Telegraphen — nach allen Richtungen blitzschnell über die ganze obere Fläche des Blattes verbreitet, wobei sich gewisse Gewebeschichten in meßbarer Weise zusammenziehen, letzteres unter Abgabe von Wasser an benachbarte Gebilde. Dadurch tritt auf der Oberseite des gereizten Blattes sozusagen eine Erschlaffung ein (wer dächte hier nicht an gewisse Stirnhautrunzeln?), während sich auf der Unterseite die bisher paralysirten Gewebespannungen in überreichem Maße geltend machen können. Der gegenwärtige Stand der Physiologie lehrt uns, daß es nicht allein Muskelfasern gibt, die sich auf erfolgten Reiz verkürzen können, sondern daß diese Fähigkeit auch vielen „reizbaren" Pflanzenorganen zukommt.

Wahrscheinlich wird durch den ausgeübten Reiz der plötzliche Anstoß zu einer Veränderung des Plasma's gegeben, das als sogenannter Primordialschlauch wie eine Tapete als äußerst dünne Schicht die Innenwand jeder lebenden Pflanzenzelle auskleidet.

Wir sehen, daß sich hier für die Physiologie ein neuer Angriffspunkt darbietet, um jene Erscheinungen zu erforschen, die — nach bisheriger Auffassung fast ausschließlich thierischen Organen und Organismen zukommen sollten: Contractionen von Zellen und daraus resultirende Bewegungen ganzer Organe.

Ja noch mehr! ein englischer Naturforscher hat die staunenerregende Entdeckung gemacht, daß im lebenden Blatt der Venus-Fliegenfalle sich electrische Ströme geltend machen, die mit unsern physikalischen Instrumenten gemessen werden können. Und was Sanderson entdeckte, das hat einen deutschen Gelehrten, Prof. Dr. Munk in Berlin, veranlaßt, das Dionæa-Blatt in electrischer Beziehung einer möglichst genauen Untersuchung zu unterwerfen. Dabei hat sich herausgestellt, daß sich das lebende Blatt der Venus-Fliegenfalle mit seiner elektrischen Wirksamkeit den Nerven, Muskeln und elektrischen Organen thierischer Wesen an die Seite stellen läßt. Munk hat gezeigt, welche speciellen Gewebezellen im Dionæa-Blatt die electromotorisch wirksamen Elemente sind. Auch ist mit Genugthuung hervorgehoben worden, daß diese Elemente im lebenden Blatt dem Versuche wohl zugänglich sind, während alle bis jetzt untersuchten electromotorisch wirksamen Muskel- und Nerven-Elemente eigentlich unfaßbar blieben, woraus sich auch erklären läßt, daß die großen Physiologen unserer Zeit bis heute darüber streiten, ob im lebenden Muskel ein elektrischer Strom vorhanden sei, oder ob der beobachtete elektrische Strom nur auf die Veränderungen der Schnittfläche in Folge der Verletzung zurückzuführen sei.

Die Venus-Fliegenfalle bietet sonach nicht bloß ein rein botanisches Interesse; sie verlockt im Gegentheil zu weiteren Untersuchungen physiologischer Richtung überhaupt.

Damit verlassen wir unsere berüchtigte Amerikanerin und wenden uns näherliegenden Untersuchungs-Objekten zu.

B. Einige einheimische fleischfressende Pflanzen.

„Ja die Botaniker haben ein herrliches Leben: sie wandeln unter Palmen und Lorbeeren, zwischen Rosen und Lilien und schlürfen den Honigseim der schönsten aller Wissenschaften, der Scientia amabilis; sie genießen des Herrlichsten, was die Erde hervorgebracht hat und leben ein wahres Schmetterlingsleben!" — So denkt wohl mancher unserer gebildeten Leser und manche unserer schönen Leserinnen. — Nur zur Hälfte haben Sie recht: auch der Beruf des Botanikers hat seine Licht- und Schattenseiten. Reich an geistigen und physischen Hochgenüssen ist für den gewöhnlichen Weltbürger unter unsern Himmelsstrichen namentlich der Frühling; am reichsten ist er es für den **Botaniker**. Denn ich wüßte keine schöneren Stunden zu nennen, als jene, da ich mit lern- und wißbegierigen Jünglingen und ebenso emsigen Jungfrauen, mit Studenten und Studentinnen, hinauszog in die sprossende und blühende Pflanzenwelt des wunderreichen Monat Mai: Die Luft so rein und so duftig, warmer Sonnenschein und

kühlende Schatten angenehm mit einander abwechselnd, Wiese und Wald, Baum, Strauch und Gras im saftigen Grün und die reinste Lebensluft athmend, tausenderlei Blüthen und Blumen in den mannigfaltigsten Farben und Gerüchen nicht allein die honigsuchenden Insekten, sondern auch die lustwandelnden Menschenkinder ergötzend — kurz, die Erde an allen Enden sich öffnend, um aus ihrem Füllhorn von Lebenskraft Millionen von Romanen und Liebesgeschichten auszuschütten: das und so vieles Andere, wovon wir nicht erzählen mögen, sind der Momente genug, um das Herz selbst des vom bittersten Schicksal Niedergebeugten für wenige Stunden aufzurütteln. Da kann man die Misèren des Winters vergessen und die braven Studenten wieder verstehen lernen, wenn sie ihr „Gaudeamus igitur" so hell und froh in Gottes sonnige Welt hinaussingen. Ja, der Mai ist der Monat für die unverwüstlich frohe Jugend — auch für den Gelehrten der Wonnemonat. Aber auf den herzerfrischenden Mai folgt auch für den Botaniker der heiße Juni und der drückend-schwüle Juli. Die Excursionen werden nach und nach beschwerlich. Die Sonne steht hoch am Himmel und die wenigen Bäume längs der Straße werfen nur kurze Schatten; die Lichtfülle des vom staubigen Weg reflectirten Sonnenlichtes wirkt blendend und schmerzend, die Pfade sprühen vor Hitze; lästige Fliegen und anderes blutgieriges Ungeziefer umschwirren zu Hunderten den botanisirenden Lustwandler. Und zu alledem stellt sich gar oft der brennende Durst ein, ehe man das Ziel der Excursion erreicht hat.

An solch heißem Julitag bedarf es ganz besonderer Gründe, um ein ordentliches Trüppchen von Studirenden bewegen zu können, auf langweiliger, staubiger Straße eine Stunde weit zu marschiren, um die erwünschte Sumpflandschaft zu gewinnen. Doch wenn kühn das Mühen, so herrlich der Lohn.

Der Katzensee ist seit Alters her für Zürich's wissenschaftliche Welt ein Eldorado pflanzlicher Seltenheiten. Mancher Botaniker besucht ihn fast ausschließlich der Riedgräser (Carex-Arten) wegen. Ein Anderer liebt das dunkelrothe Sumpfblutauge (Comarum palustre), die Sumpfbeere (Vaccinium Oxycoccus), den prächtigen Bitterklee (Menyanthes trifoliata) und die blauäugigen großen Vergißmeinnichte. Ein Dritter sucht die unterseeischen Armleuchter-Gewächse (Chara und Nitella), oder die dreifurchige Wasserlinse (Lemna trisulca). Wieder Andere schwärmen für die träumerischen Gestalten der Wasser- oder Seerosen (Nymphaea alba), welche — ihre großen, blendend weißen Kronen auf dem Wasserspiegel ausbreitend — die jugendliche Unvorsichtigkeit bestricken und alljährlich eine Anzahl von Jünglingen, seltener auch kühne Jungfrauen in den trügerischen Sumpf hineinlocken und dort zu schwarzmorastigem Fall zu bringen vermögen. Für Alle, die darnach lechzen, an den Brüsten der ewig sich verjüngenden Natur zu trinken, hat der vielbesuchte Katzensee mit seinen stillen Hainen und Wäldern, seinem glatten, klaren Spiegel, seinen seichten Ufern, seinen dunkeln Erlgebüschen und blendend weißstämmigen Birken immer wieder neue Reize zu entfalten. Sogar der Landschaftsmaler vermag diesem vielgestaltigen Ensemble von Wasser und „Urwald" prächtige Studien abzugewinnen.

Ja wohl, der Sumpf ist ein Urwald; dort schafft die Natur auf eigene Rechnung und wiederholt Jahr um Jahr ein Stück vormenschlicher Pflanzengeschichte, ähnlich wie in den Zeiten, da sie die Materialien zu den mächtigen Steinkohlenlagern aufbaute. Torfmoor und Hochgebirge sind heute noch die einzigen Domänen uncultivirten

Pflanzenlebens und zu ihnen wird der Botaniker allezeit Zuflucht nehmen, wenn er der langweiligen Cultur mit ihren monotonen Pflanzen-Beständen satt und im Begriffe ist, Weltschmerzianer zu werden.

Also frisch hinein in diese herrlichste aller Welten, in diese eine Urwelts-Oase mitten im parcellirten Culturland des Regensdorfer-Thales! Schwül liegt es über dem stillen Sumpf. Nur im nahen Walde zwitschern einige kleine gefiederte Sänger sich Liebeserklärungen vor. Der Frosch — am Abend so serenadenselig — ist an diesem heißen Sommernachmittag ein sehr beschaulicher Geselle; stumm hält er seine Mittagsruhe, neue Kräfte für die Abendgesänge zu gewinnen. Die ganze Welt vermag ihm zu dieser Stunde kein Interesse abzugewinnen; höchstens erhebt er dann und wann sein glattes Haupt, um mit stierem Blick den Flug eines dahinsummenden Insektes zu verfolgen, welches gelegentlich einen Theil seines Vesperbrodes bilden wird. Wasserjungfern, Libellen, treiben sich schwirrend über den blauen Wassern dahin; Heuschrecken aller Art werden schaarenweise von uns aufgescheucht und fliehen vor unsern Tritten nach allen Richtungen der Windrose, gar oft zum eigenen Verderben in die nächste Torfpfütze.

Aber von drüben her ertönen aus dem Wiesengrunde die schrillen Gezirpe der Grylleu. Und lauschen wir aufmerksam, so klingen aus dem Insekten-Concert gar mannigfaltige Töne und wir wähnen die verschiedensten Recitative zu vernehmen. Das ist eben die schöne Zeit der Minne; auch dort spielt die Liebe die höchsten Noten.

Die Bremse streicht den Contrebaß,
Die Grylle ihre Fiedel,
Die Käfer all' in Laub und Gras
Beginnen nun ihr Liedel:
„In den Gezweigen
Singen und geigen,
Summen und brummen wir!"

Schnell wie der Blüthenhauch
Dringt es durch Baum und Strauch.
Klingt durch die Auen es weit und breit:
„Kurz ist das Leben
Und flüchtig die Zeit!"

Nahe beim Erlengebüsch, im Schatten einer schlanken Weißbirke, breitet sich ein blaßgrünes, schwammig-weiches Polster von üppig vegetirendem Torfmoos aus. Dieser Rasen erhebt sich beträchtlich über das Niveau der Umgebnng. Dank der Eigenschaft sämmtlicher Torfmoose, Wasser wie ein Schwamm aufzusaugen, ist das ganze Polster bis an die blaßgrüne obere Fläche stark durchfeuchtet. Hier — auf etliche Quadratmeter Ausdehnung im Umkreis — treffen wir Hunderte von rundblättrigen Sonnenthau-Pflänzchen. Das ist die Heimat der berühmtesten fleischfressenden Gewächse; die Wissenschaft gab der Sonnenthau-Pflanze den Namen:

Drosera.

Unser rundblätteriger Sonnenthau (Drosera rotundifolia) ist, zumal auf dem blaßgrünen, stellenweise sogar in's Röthliche spielenden Torfmoos-Polster, ein

keineswegs leicht in die Augen fallendes Objekt. Wenn aber die Sonne das Rasenpolster beleuchtet, so flimmert's da unten an den rundlichen Blättern, wie in Diamant-Kreisen. Treten wir etwas näher und achten wir genauer auf die kleinen Einzelnheiten, so überkömmt's uns im Anschauen wie in einer Mährchenwelt. Blutrothe Tentakeln von der Gestalt der Fühlhörner unserer Weinberg-Schnecken gehen von der Oberseite und dem Blattrand nach allen Richtungen; kugelige glänzende Tröpfchen schimmern wie Morgenthau an jenen Tentakeln, und haben wir Durst, so sind wir geneigt, zu bedauern, daß die Tentakeln mit den krystallhellen Tropfen nicht größer sind, um uns selbst daran letzen zu können.

Wer diese wunderlichen Pflänzchen zum ersten Mal in ihrer Sommer-Herrlichkeit erblickt, der begreift, wie seit alten Zeiten der Sonnenthau auf alle botanischen Herzen einen allmächtigen Zauber ausübte. Der beschauliche Naturforscher der alten Schule, welcher von Schleiden, dem berühmten Begründer der Zellen-Theorie, nicht unpassend mit dem Attribut „Heusammler" bezeichnet wurde, der passionirte Dosenträger, er kannte im Sonnenthau-Pflänzchen einen ästhetischen Repräsentanten der Sumpfflora, an welchem das Herz des „Botonikers", das bei den Riedgräsern (Carices) und Weiden (Salices) so traurig werden möchte, sich wieder erwärmen und erheitern sollte. Ja, damals — in der guten alten Zeit — war der Sonnenthau für den Botaniker ein fühlendes, mitleidsvolles Wesen, das mitten zwischen den „materialistischen" Torfpyramiden drin über die böse „Kraft- und Stoff"-Welt Thränen weinte, wie die Kinder Israels an den weidenbepflanzten Wassern Babylons.

Aber der gute, spiritualistische Botaniker der Vorzeit hat sich getäuscht: Jene perlenden Thränen des Drosera-Pfläuzchens sind keine Thränen des Mitleids, sondern Gewohnheitsthränen grausamer Mordlust.

Die Natur hat hier ihre größten Gegensätze: Friede und Kampf, Liebe und Haß, glänzendes Leben und schauerlichen Tod zur Geltung gebracht. Ja wohl: Glänzendes Leben! — Diese Sonnenthau-Pflänzchen gedeihen um so kräftiger, je größer die unerträgliche Hitze; sie erglänzen um so reicher in den krystallenen Thauperlen, je mehr sich die Sonne Mühe gibt, mit ihrer Gluth die Umgebung zu versengen. Drosera bleibt mitten unter den verwelkenden Töchtern Flora's die in Diamanten prangende Königin des Tages. Aber diese Diamanten sind bestrickend und verderbenbringend. Wie oft wirken Thränen als Gift! — und hier geschieht dies im wörtlichsten Sinne des Wortes.

So harmlos die feuchten Rasen rosettenartig verzweigter Torfmoose erscheinen — sie sind es in der That auch für Alles, was lebt, kriecht und fliegt — so malerisch sich auch die zierlichen Sonnenthaue mit ihren hundert und hundert diamantglänzenden Tentakeln aus dem weichen Polster herausheben, so verhängnißvoll ist doch dieses Stück Sumpflandschaft für alles lebende Gethier kleinerer Dimensionen, das sich fliegend, hüpfend, kriechend und springend in Unzahl hier einstellt. An tausend Stellen sind die Fangarme des Todes ausgestreckt; in purpurnem Glanz und dem blendenden Schimmer diamantener Tropfen lockt der Sonnenthau die im heißen Mittagslicht sich tummelnde Schaar kleiner munterer Insekten herbei. Gestern sind an dieser Stelle von nur wenigen Quadratmetern Ausdehnung während zwei Stunden zehntausend Insekten dem Verderben anheimgefallen; heute — da die Sonne in gleicher Kraft herniederleuchtet — rennen

neuerdings zehn Tausende in den rosigen Abgrund des Verderbens. Siehst du an diesem einzelnen Drosera-Pflänzchen nebst den fünf oder sechs ganz ausgebreiteten rundlichen Blättern jene drei oder vier zur Hälfte oder ganz geschlossenen Blattspreiten? Nimmst du die Lupe zur Hand und untersuchst diese letztern, so findest du im einen Blatt eine todte Fliege, auf einem benachbarten dagegen ein erwürgtes Räupchen, auf einem dritten Blatt den kleinen Abendfalter, welcher in der gestrigen Spätdämmerung hier herumflatternd seine Geliebte suchte und statt derselben zwischen den rosenfarbenen Armen des Drosera-Blattes den Tod gefunden hat.

Da zappelt auf einem kräftigen Blatt zwischen hundert perlenden Tentakeln ein geflügeltes Ameisen-Männchen, das heute früh mit seiner Braut die Hochzeitsreise angetreten, in sonnigen Lüften die Civiltrauung einging, alsbald aber von der heimkehrenden Gattin schnöde verlassen wurde und in der Verzweiflung irrend hier seine Flügel ausruhen wollte. Vor unsern Augen spielt der letzte Akt einer bewegten Tragödie: hier kämpft zwischen den hundert Fangarmen des Sonnenthau-Blattes der junge Gatte eines undankbaren Ameisen-Weibchens den letzten Kampf eines jäh und unrettbar in's Verderben Gestürzten. Wir sehen, welche Anstrengungen er macht, um dem Tode zu entfliehen. Je mehr er zappelt, desto mehr ruft er die benachbarten verderbenbringenden Tentakeln herbei. Die perlenden Tröpfchen am Ende der berührten Fühlhörner, welche das Drosera-Blatt nach allen Richtungen aussendet, fließen alle an dem geängstigten Leib des Insektes zusammen; sein Körper wird schwerer, er sinkt zwischen die auf der Mitte des Blattes stehenden Fangarme ein, Flügel und Beine sind von der schleimigen Drüsenfeuchtigkeit rings benetzt; die Bewegungen des Kämpfenden werden gehemmt. Er macht schon längere Ruhepausen, ehe neue Fluchtversuche angestellt werden. Mittlerweile biegen sich die langen, am Blattrande nach allen Seiten ausstrahlenden Tentakeln nach Oben und langsam über der obern Blattfläche nach Innen, wobei das in den letzten Zügen liegende Thier endlich ertränkt wird. Eine letzte ruckweise Bewegung des verunglückten Insektes zeigt uns den Triumph des stillen, geräuschlosen Mörders, des Sonnenthaues, der sich nun anschickt, seine Beute völlig zu verschlingen.

Das ist das Ende einer Tragödie, deren drei letzte Akte sich auf die kurze Zeit weniger Stunden zusammendrängen. Und wie viele solcher Thiertragödien spielen sich ab an einem einzigen sonnigen Julitage, hier zu unsern Füßen, unbeachtet von Allen, die dabei nicht selbst mitspielen! Sind sie deßhalb minder schauerlich, jene Tragödien, weil sie in der Regel keine Zuschauer finden? — Für uns Menschen gibt es kein traurigeres Sterben, als das einsame, das verlassene; denn das Mitleid der Anwesenden ist kühlender Balsam auf die brennende Wunde dessen, der dem Verhängniß seinen letzten Tribut bezahlt. — Aber wer von uns kennt die Stärke des Ameisen-Bewußtseins? — Weg! hier stehen wir vor einem müssigen Räthsel.

Sehr häufig finden wir auch lebende Drosera-Blätter, bei denen die kreisrunde Blattspreite nicht mehr in eine Ebene ausgebreitet ist, sondern wo nach dem Einschlagen der Tentakeln auch die Blattränder nach Oben eingebogen sind und zwar derart, daß die ganze Blattfläche einer hohlen, nach Oben geöffneten Hand gleicht, in deren Höhlung eine Insektenleiche liegt, bedeckt von den lebhaft absondernden Drüsen am Ende der eingeschlagenen Tentakeln. Es sei hier vorgreifend bemerkt, daß in diesem Zustande ein jedes Drosera-Blatt sozusagen einen Magen darstellt, dessen innere Wände (hier die obere Blattfläche mit den vielen secernirenden Drüsen) die thierische Beute in kurzer

Zeit aufzulösen und zu verdauen vermögen, und zwar unter ganz ähnlichen chemischen Vorgängen, wie dieser Prozeß im Magen der fleischfressenden Thiere stattfindet.

An andern lebenden Drosera-Blättchen beobachten wir auf der obern Blattseite eine größere oder geringere Anzahl von Insektentheilen, welche — weil unverdaulich — von den langsam sich wieder ausbreitenden Blättchen liegen gelassen werden. Da sieht man z. B. bei genauerer Untersuchung mit Hülfe eines guten Mikroskopes Insektenflügel, Beine, Fühlhörner, Kiefer, facettirte Augen, chitinisirte Borsten von Räupchen, ausgetrocknete Brustringe vollständig entwickelt gewesener Fliegen, Mücken, Motten, Ameisen, kleine Käferskelett-Theile u. drgl. mehr, mit Einem Wort: eine ganze Menge der verschiedensten chitinisirten Leichenreste, die auf den todbringenden Sonnenthau-Blättern herumliegen, wie die gebleichten und verwitterten Gebeine der auf der Wahlstatt liegen gelassenen Heldenleichen.

Die Sonne aber lacht hinein in diese grause Welt des Verderbens und ewig sich wiederbelebender Mordluft. Nach vollzogener Mahlzeit breiten sich die Tentakeln der Drosera-Blätter wieder nach allen Richtungen aus, wobei sie die austrocknenden Skelett-Theile dem losen Winde preisgeben. Streicht dieser über die Wahlstatt, so trägt er die leichten Ueberreste von dannen. Verschwunden sind dann die letzten Spuren eines hingemordeten Thierlebens. Und der Mord kann von Neuem beginnen. — — Ich kann mich bei derlei Betrachtungen nicht der Erinnerung an jene Sterblichen erwehren, die an die Wiederbringung aller Dinge glaubten und heute noch glauben. Wenn ich nicht irre, so war es der berühmte Botaniker Martius, der geniale Autor der „Flora brasiliensis“, welcher allen Pflanzen eine Seele und zwar eine unsterbliche zuschrieb. Er glaubte an die Auferstehung aller lebenden Creaturen, und wenn ihm damit Ernst war, so müssen wir ihn consequent nennen. Aber welchem Gott wird es möglich sein, die sämmtlichen Stofftheile, Fleisch und Bein aller athmenden Lebewesen, die waren, sind und sein werden, am großen Tag der „Wiederbringung aller Dinge“ zu sammeln, zu ordnen und neu in's lebendige Dasein treten zu lassen? „Unmöglich!“ ruft der Empiriker, der aus Erfahrung weiß, daß dieselben Stofftheilchen, die heute den lebenden Insektenkörper aufbauen helfen, morgen Bestandtheile der Drosera-Pflanze sind, mithin im Zeitraum von nur wenigen Stunden Theile zweier Organismen darstellen, die sich im ewigen Wechsel von Vereinigung und Trennung, von Geburt und Tod unmittelbar folgen. Nicht die Organismen wechseln den Besitz ihrer Theilstheilchen, sondern die Materie wechselt die Form, unter welcher sie in die Erscheinung tritt. Wer wird die Möglichkeit bestreiten, daß die Molecüle, welche vor Zeiten im Gehirn des unsterblichen Dante um den genialen Dichtergedanken ihre lispelnden Wellen schlugen, heute im unscheinbaren Moospflänzchen ihr Wesen treiben, dort in der feuchten Mauerritze einer zerfallenden römischen Ruine?

Der Zephir streicht über den Sumpf und führt die tausend Skelett-Theile der hingemordeten Insekten nach allen Windrichtungen. Die Weichtheile dieser Thiere sind von den Drosera-Pflanzen verzehrt worden und halfen mit am Aufbau dieser wunderbaren Gewächse, die nach Martius dereinst wiedererstehen sollen. „Mir schwindelt, wenn mein Herz dies denkt.“

Wir besitzen in dem kleinen rundblätterigen Sonnenthau-Pflänzchen, das fast in allen größern Torfmooren der Schweiz und von Deutschland, sowie in den kalten

Hochlandmooren von Großbrittanien, ja sogar innerhalb des Polarkreises häufig angetroffen wird, eine der wunderbarsten Pflanzen der europäischen Flora. Nichts ist leichter, als dieselben wochen- und monatelang im Zimmer oder vor dem Fenster lebend zu erhalten und sie in ihrem Thun und Treiben täglich zu beobachten. Zahlreiche Experimente — man hat deren schon Tausende mit ihr vorgenommen — kann jeder Pflanzenfreund ohne große Mühe und Kosten vornehmen, um sich mit eigenen Augen von den überraschenden Vorgängen, die bis jetzt am Sonnenthau constatirt wurden, zu überzeugen. Ja, wenn ich nicht fürchten müßte, diese Kinder der Sommer-Flora in ihrem wissenschaftlichen Werthe zu degradiren, so möchte ich sie die geeignetsten Vexir-Objecte der Pflanzenwelt nennen. Es wird wohl auch nicht lange anstehen, bis man diese Pflänzchen während der Monate Juni, Juli, August und September in großer Zahl nicht nur auf jedem pflanzenphysiologischen Institut, auf jedem botanisch-mikroskopischen Laboratorium, sondern sogar in der Studirstube jedes Naturforschers, in den Vorzimmern und Salons jedes Dilettanten antreffen wird. Ich habe in den Jahren 1875 bis 1879 eine große Zahl verschiedener Sonnenthau-Arten mit kleiner Mühe in meiner Wohnung sowohl, als auch auf meinem Laboratorium im Universitätsgebäude Zürich kultivirt und während dieser Zeit häufig Gelegenheit gehabt, diese mörderische Sumpfbewohnerin Studirenden und Nichtstudirenden in natura zu demonstriren. Was wir gesehen haben und was im Folgenden noch einläßlicher besprochen werden soll, das ist für Jedermann, der in der Nähe eines großen Torfmoores wohnt, leicht zu erreichen:

Wir heben einfach eine größere Zahl von Drosera-Exemplaren sammt ihrer schwammigen, durchfeuchteten Unterlage, dem weichen blaßgrünen Torfmoos, aus dem großen Rasen, der sich auf dem torfigen Grund erhebt, heraus, bringen sie sorgfältig in eine geschlossene Botanisirbüchse und reisen getrost damit nach Hause. Hier versetzen wir die dichten Büschel des Torfmooses mit den Sonnenthau-Pflanzen in ein größeres, wasserdichtes Gefäß und zwar derart, daß neuerdings ein geschlossener Rasen entsteht, dessen Oberseite unsere fleischfressenden Pflanzen trägt. Das Gefäß, sei es eine Salatplatte, ein Porcellanteller, eine Fruchtschale oder gar eine eiserne Casserole mit nicht allzu hohem Rande, wird von Zeit zu Zeit mit Wasser gespeist, damit der Fuß des schwammigen Moosrasens fortwährend feucht steht, wobei das Wasser vermöge der schwammigen saugenden Eigenschaft des Torfmooses auch fortwährend bis an die obersten Partieen des blaßgrünen Rasens hinaufsteigt und die im Moos steckenden, dort rosettenartig ausgebreiteten Drosera-Pflänzchen stetig in der passendsten Feuchtigkeit, so zu sagen in einem natürlichen Sumpf stehen bleiben. Ist das Gefäß von großem Flächeninhalt, so können wir getrost auch einige andere Sumpfpflanzen hinzufügen, z. B. das prächtige Wiederthon-Moos (Polytrichum), welches nicht selten in Gesellschaft mit dem Torfmoos (Sphagnum) vorkommt, ebenso, mit beiden Moosen untermischt, die zierliche Sumpfbeere (Vaccinium Oxycoccus), den Wassernabel (Hydrocotyle) mit seinen kreisrunden, glänzenden Blättern, die schlanke Tofieldia, einige Carex-Arten und vor Allem auch etliche Exemplare des Fettkrautes (Pinguicula), das in der Nähe auf der feuchten Wiese wächst und — wie wir in der Folge sehen werden, ebenfalls zu den insektenfressenden Pflanzen gehört. Das Alles sieht, wenn der Rand des großen Gefäßes geschickt verkleidet ist, höchst malerisch aus und könnte als prächtiges Motiv für eine „Sumpf-Studie" dienen. Es ist fast gleichgültig, ob wir den künstlich angelegten Sumpf zu Hause vor das sonnenreiche Fenster oder in einem Zimmer auf das Fenstergesims

placiren; es bedarf zum Gedeihen unserer sonderbaren Kulturpflanzen in diesem Falle nur während mehrerer Stunden des Tages direkt auffallenden Sonnenlichtes.

Etwas anders gestaltet sich die Sache, wenn wir eine kleinere Anlage, z. B. in einem Untertassenteller, herstellen. Da bedarf es, wenigstens während der heißen Sommermonate, da unsere Zimmerluft in der Nähe von wärmesprühenden Straßen und Mauern für die Sumpfpflanzen zu trocken ist, einer besondern Vorrichtung, um für die Drosera-Pflänzchen eine genügend feuchte Atmosphäre zu schaffen. Zu diesem Zweck bedecke ich meine Cultur, die sich also nur auf einen handgroßen Rasen beschränkt, mit einer Glasglocke, wobei die Atmosphäre unter derselben fortwährend die nöthige Feuchtigkeit enthält, um das Austrocknen der ganzen Colonie zu verhindern. Diese Art von Cultur verlangt aber einige Vorsicht. Es darf nämlich während der heißesten Sommertage das direkte Sonnenlicht nicht stundenlang in die Glasglocke einfallen, da — wie meine Erfahrungen mich belehrten — die feuchte Wärme im abgesperrten Glasraum so intensiv werden kann, daß binnen einer einzigen Stunde die ganze Anpflanzung unter der Glocke erstickt.

Es ist selbstverständlich, daß unsere überaus zarten Pflänzchen mit den Hunderten perlender Tentakeln beim Transport in der Botanisirdose, beim Auspacken aus letzterer und beim Versetzen in den künstlichen Sumpf beträchtlich verstört werden. Namentlich sind es die Tentakeln, welche — wie wir schon oben erfahren haben — im Kleinen die Form eines ausgestülpten Fühlhorns der gemeinen Weinbergschnecke wiederholen, und am kopfartig angeschwollenen äußersten Ende die mit kugeligen Tröpfchen ausgestatteten Drüsen tragen, welche bei diesen Manipulationen am meisten leiden. Gewöhnlich aber sind schon am ersten Tage nach der Versetzung die meisten Tentakeln in normalem Zustande. An Hunderten derselben — ich habe an schön entwickelten Blättern nicht weniger als 200 bis 250 dieser gestielten purpurrothen Drüsen gesehen — erglänzen von Neuem die glashellen Kügelchen, welche am Ende der zahlreichen Fühlhörner des Sonnenthau-Blattes ausgeschwitzt werden.

Jedes Pflänzchen von Drosera rotundifolia (rundblätteriger Sonnenthau) besitzt im entwickelten Zustande bis sechs, sieben oder acht normal ausgebildete Blätter, die eine grundständige Rosette bilden, in deren Mitte noch etliche unentwickelte Blättchen in den verschiedensten Entwicklungsstadien bischofsstabähnlich eingebogen sind. (Vergl. unsere Sumpflandschaft mit den verschiedenen einheimischen fleischfressenden Pflanzen, wo sich im Vordergrund der rundblätterige, wie der langblätterige Sonnenthau in halber natürlicher Größe dargestellt findet.) Eine hübsch entwickelte Pflanze, deren sämmtliche Blätter beuteharrend ihre perlenden Tentakeln ausstrecken, ist somit bereit, an 1000 bis 2000 und mehr Punkten jedes kleine Insekt, jedes Splitterchen oder Stäubchen von organischer Substanz festzuhalten. So erklärt sich, daß man oft an derselben Pflanze Dutzende von verschiedenen Objekten festgehalten sieht. Darwin sah auf einem großen Blatte z. B. kleinere und größere Reste von nicht weniger als dreizehn verschiedenen Insektenarten; allerdings waren es Fragmente von sehr kleinen Fliegen und Mücken. Das größte gefangene Thier, das er auf einem Drosera-Blatt gesehen, war ein kleiner Schmetterling. Ich habe wiederholt auch größere Motten gesehen, deren Flügellänge dem Querdurchmesser der ausgebreiteten, sie festhaltenden Blattspreite gleichkam. Ein anderer Beobachter theilte Darwin mit, daß er einmal eine große noch lebende Libelle



Fig. 4. **Agrion furcatum.** — Eine Wasserjungfer, gefangen vom langblätterigen Sonnenthau (Drosera longifolia). Nach der Natur gezeichnet von A. D.-P. am 22. Juni 1879. Vergrößerung $1^{1}/_{2}$.

(„Wasserjungfer") gesehen habe, deren Körper von zwei vereint wirkenden Blättern gemeinsam festgehalten wurde.

So unglaublich die letztere Mittheilung erscheinen möchte, so unzweifelhaft kommt sie mir heute vor, da ich selbst einen solchen Fall zu konstatiren habe. (Vergl. Fig. 4.) Auf einer botanischen Excursion, die ich am 21. Juni 1879 mit meinen Schülern (Studirenden der Universität Zürich) unternahm, um den wegen seiner Flora, wie auch wegen seiner Pfahlbauten bei Robenhausen so merkwürdigen Pfäffikoner See zu besuchen, stießen meine Schüler auf ein prächtig entwickeltes Pflänzchen des langblätterigen Sonnenthaues (Dr. longifolia), an dessen Blättern sich eine schlanke Wasserjungfer gefangen hatte. Umsonst suchte sie von den thaufeuchten Blättern abzukommen: mit dem langen Hinterleib und zweien ihrer Flügel ward sie von einem gereizten und reichlich absondernden Blatt festgehalten. Das letztere hatte bereits seine gekrümmten Tentakeln um den schlanken Leib geschlagen; ja das ganze Blatt erschien an jener Stelle bereits merklich gekrümmt, woraus geschlossen werden muß, daß die Libelle schon etliche Stunden im Verhängniß gezappelt hatte, bevor wir sie antrafen. Auch waren die äußern Flügel-Enden bereits durchnäßt und ebenfalls von klebrig-feuchten Tentakeln festgehalten. Ich habe das lebende Pflänzchen sammt der lebenden Wasserjungfer sorgsam in einem Gefäß nach Hause gebracht und einen Tag später, da die Libelle immer noch gefangen war, Zeichnungen angefertiget, von denen die obenstehende Fig. 4 entnommen ist. Das arme Thier starb am dritten Tage und es liefert uns den Beweis, daß unter günstigen Umständen von den Sonnenthau-Pflanzen Thiere erbeutet werden, die in Größe und Körperkraft der mörderischen Pflanze gegenüber als Riesen erscheinen.

Nehmen wir uns Zeit, um die Art und Weise der Gefangennehmung eines Insektes durch ein normal ausgebreitetes Blatt vom rundblätterigen Sonnenthau in den einzelnen Momenten kennen zu lernen!

Der wolkenlose Sonntagsnachmittag mit seiner afrikanischen Hitze ist nicht dazu

angethan, uns zum Besuch des Gottesdienstes einzuladen. Nervenstärkender möchte uns ein Spaziergang durch den harzduftenden Tannenwald erscheinen, oder auch ein Quer- und Streifzug durch Wiesen und Felder, wie ich dies als Knabe oft gethan, da wir paar Kameraden dem guten Herrn Pfarrer die Kinderlehre schwänzten und lieber die Hornissennester in alten Birnbäumen ausbrannten, als in heiligen Hallen über die erste Frage des Katechismus: „Was ist dein einziger Trost im Leben und Sterben?“ nachzudenken. (Der altgewordene brave Seelsorger wird sich über diese nachträgliche Beichte wohl kaum alteriren, vielleicht ist er gar so edel, uns in die Klasse der „liebenswürdigen“ Sünder zu rangiren, denen man beim besten Willen über tolle Streiche nicht gram sein kann, zumal dann, wenn solche Sünder im Uebrigen sehr gut beschlagen sind in all' den heiligen Weisheiten des lieblichen Katechismus.) Allein an heißen Julitagen ist auch ein Spaziergang oder ein Streifzug querfeldein noch eine wohlzuerwägende Strapaze – und wir bleiben also ruhig zu Hause. Haben wir doch einen prächtig gedeihenden Sumpf mit lebenden fleischfressenden Pflanzen an unserem Fenster stehen, wo wir Gelegenheit nehmen, die Insektenfängerei des Sonnenthaues von A bis Z beobachten zu können. Hunderte von Drosera-Blättern erglänzen in ungezählten Perlen. Wir

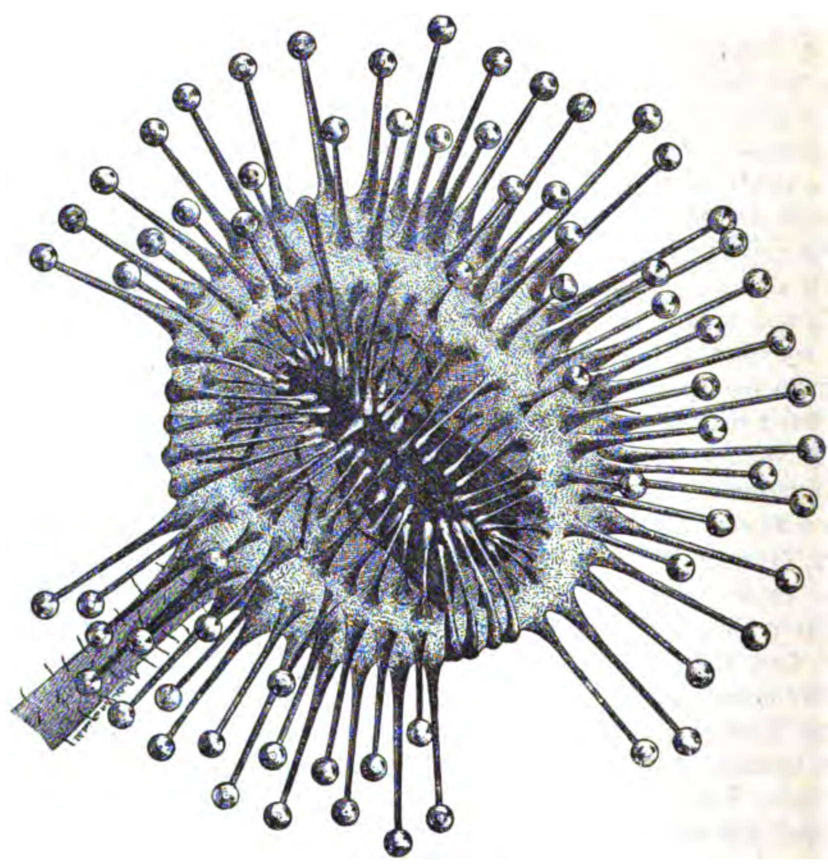


Fig. 5. Ein Blatt von Drosera rotundifolia mit gefangenem Insekt, $2\frac{1}{2}$ Stunden, nachdem das letztere auf die Blattmitte gebracht wurde. Viele dem Insekt zunächst stehende Tentakeln sind gegen die gefangene Fliege vorgebogen, ebenso mehrere der randständigen Tentakeln, die in kurzer Zeit bei ihrer Bewegung einen Winkel von 180 Grad beschrieben. Vergrößerung $7\frac{1}{2}$. (Nach der Natur gezeichnet Sonntag den 4. Juli 1875.)

beeilen uns, am Fenster eine Fliege zu fangen, die wir lebend auf die Mitte eines Sonnenthau-Blattes bringen. Sie kommt durch die untere Körperseite und durch ihre lebhaft gestikulirenden Beine mit einer größern Zahl jener kürzern Tentakeln in Berührung, welche die Mitte des kreisrunden oder quer-ovalen Blattes einnehmen. Das wasserhelle Sekret, das die Drüsen in Form von kugeligen Tröpfchen umgab, läuft bei den lebhaften Bewegungen der Fliege in größern Massen zusammen, die sich dem sie berührenden Körper des Insektes anhängen. Umsonst sind alle die großen Anstrengungen des armen Opfers, dessen Fersen stellenweise sogar mit den nächstliegenden äußern Tentakeln in Berührung kommen. Immer mehr läuft die fadenziehende Flüssigkeit der betroffenen Drüsen auf das Insekt zusammen. Dieses wird also anfänglich bloß durch das Drüsen-Sekret festgehalten.

Je mehr die Fliege zappelt, desto mehr verbreitet sich die schleimige, schwachsaure Flüssigkeit auf der Oberfläche ihres Körpers. Die Tentakeln sind gereizt worden und beginnen nicht allein lebhafter abzusondern, sondern auch auf die nicht berührten Tentakeln der äußern Blatttheile einzuwirken. Nach zwanzig Minuten oder einer halben Stunde sehen wir zu unserer größten Ueberraschung bereits mehrere der nächststehenden und auch einige der randständigen Tentakeln in ihrer Lage verändert: sie biegen sich langsam gegen die zappelnde Beute nach Innen und zwar so, daß sie schließlich mit ihrem lebhaft secernirenden purpurrothen Drüsentheil, dem kugelig oder eiförmig angeschwollenen Tentakel-Ende, den Körper des Insektes berühren. Während ich eine Zeichnung dieses Blattes mit dem darauf liegenden, im Todeskampf sich abmühenden Insekt anfertige, haben sich nicht weniger als circa fünfzig dieser blutrothen Henkersarme auf die Fliege eingebogen. In weniger als drei Stunden ist der Leib der letztern so umstrickt, daß sich nirgends mehr eine Oeffnung darbietet, aus welcher das Insekt ohne Verschiebung der vielen Tentakeln herausgezogen werden könnte. Die Fliege ist nach Ablauf dieser kurzen Zeit, die trotz ihrer Kürze im Todeskampf als Ewigkeit erscheinen mag, kaum mehr lebend. Ich glaube, daß sie den Erstickungstod gestorben ist und keinesfalls etwa durch Erdrückung vermittelst der eingebogenen Tentakeln. Auf diese Ansicht wird man unwillkürlich hingeleitet, wenn man die Organisation der Insekten, vorab die Athmung derselben durch Tracheen in Betracht zieht. Das Drüsensekret der Drosera-Blätter verbreitet sich sehr leicht auf der Oberfläche des zappelnden Thieres und hiebei werden nach und nach auch die seitlich gelegenen Ausgänge der Tracheen, die sogen. Stigmen, überfluthet und mit Flüssigkeit verstopft; ein Vorgang, der an den Erstickungstod der Ertrinkenden erinnert.

Der gefühlvolle Leser wird mit gewissen Skrupeln dieses grausame Spiel mitansehen. Drei volle Stunden hat die Fliege im Todeskampf gerungen, und ich — habe kaltblütig die Rolle des gefühllosen Beobachters gespielt. Viele werden geneigt sein, solche Experimente zu mißbilligen. Ja, wenn ich erst noch bekenne, daß ich einmal eine lebendige Fliege geköpft und den zappelnden Rumpf in ein Glas Wasser geworfen habe, um einen interessanten Pilz möglichst schön entwickeln zu lassen; wenn ich sage, daß jene geköpfte Fliege, auf dem Rücken im Wasser liegend, noch volle acht Tage lebte, ohne daß ich ihre Leiden abzukürzen für gut fand, sondern daß ich Tag um Tag mich nach meinem kopflosen Patienten umsah, ausschließlich zu dem Zwecke, um zu erfahren, wie lange eine Fliege ohne Kopf zu leben vermöge; und wenn ich sage, daß ich mich jeden Tag freute, da ich sie noch lebend fand: so wird gar mancher

der andächtigen Leser über meine Humanität den Stab brechen. Und dennoch kann ich mit gutem Gewissen die Versicherung geben, daß das Studium der Natur, wie es sich dermalen mit solchen Grausamkeiten abgeben muß, keineswegs demoralisirt und durchaus nicht verwildernd auf uns einwirkt. Für die Wissenschaft, die dasjenige, was wir Leben nennen, in die elementaren chemischen und physikalischen Prozesse aufzulösen und im kleinsten Detail zu erforschen strebt, kann die Constatirung der Thatsache, daß z. B. eine kopflose Fliege noch volle acht Tage zu leben vermag, eine werthvolle Entdeckung sein. Es gibt eine sentimentale Humanität, über welche jeder Naturforscher männlich und muthig zur Tagesordnung schreiten muß. Wollen wir das Leben der Pflanzen und Thiere kennen und schätzen und das unserige pflegen und schützen lernen, so müssen wir den Muth haben, es an Tausenden von Individuen zu zerstören. Hier heiliget der Zweck die grausamen Mittel im wörtlichen Sinne des jesuitischen Ausdruckes. Die päpstliche Kirche hat während vieler Jahrhunderte die Zergliederung menschlicher Leichen als einen Eingriff in die Möglichkeit der leiblichen Auferstehung auf's Strengste verboten. Dadurch ward die wissenschaftliche Medicin verhindert, den Ursachen todbringender Krankheiten auf den Grund zu kommen und der ausübende Arzt mußte auf's Gerathewohl am lebenden Patienten die chirurgischen Operationen vornehmen, da er vorher keine Gelegenheit hatte, die topographische Anatomie an zergliederten Menschenleichen hinreichend zu studiren. Wer wird heute bezweifeln, daß in Folge jenes päpstlichen Verbotes ein großer Bruchtheil der christlichen Patienten an der mangelhaften Ausbildung der damaligen Aerzte zu Grunde ging? Etwas Aehnliches, was der Papst vor etlichen hundert Jahren vermochte, streben die heutigen Gegner der Vivisection an. Die Humanität unseres Zeitalters hat sich der Experimentir-Objekte der Physiologen: der Hunde, Kaninchen, Meerschweinchen, Frösche und Tauben bemächtiget, die im Laboratorium des ernsten Forschers unter Schmerzen mancherlei Art die besten Antworten auf die Fragen der Wissenschaft gaben, geben und weiterhin noch geben sollen. Wir stehen mitten in dem Kampf und Streit für und gegen die Vivisection und die lichtfeindliche Reaction, welcher die Resultate exakter Naturforschung ja immer unbequem lagen, schickt sich an, unter dem Deckmantel der Thierfreundlichkeit und sogen. Humanität in die Werkstätten der Forscher hineinzudringen und letzteren zu wehren, weiterhin an der Entschleierung der Wahrheit zu arbeiten. O, Zeitalter voll hirnbetrübender Widersprüche! Die Menschheit im Elend, die sogen. Kulturvölker bis an die Zähne bewaffnet, die Blüthe der Jugend unter Waffen, derweil die Mütter und Kinder an Mangel und Noth zu Grunde gehen; heute hunderttausend gesunde Männer auf blutdampfendem Schlachtfeld ausgestreckt, morgen abermals eine halbe Million im Kugelregen sich gegenseitig decimirend — und die wenigen Glücklichen, denen die Noth und der Anblick des Massenmordes erspart geblieben, diese Wenigen zu Hause auf weichem Pfühl Thränen weinend über die Schmerzen einiger Kaninchen und Meerschweinchen, die im Dienste der Wissenschaft ihren Leib zu opfern haben! Ja wohl, man schlägt auf den Sack, meint aber etwas ganz Anderes: man heuchelt Erbarmen mit Thieren und freut sich im Stillen, der unbequemen, aufklärenden Forschung am Ende ein categorisches „Halt!“ zurufen zu können.

Die heutigen Gegner der Vivisection müssen folgerichtig auch dem Botaniker zu Leibe gehen; denn dieser theilt mit dem Thier-Physiologen denselben „barbarischen“ Sinn. Will ich das Innere einer lebenden Pflanzenzelle mit Hülfe des Mikroskops

genau erforschen, so muß ich oft Hunderte und Tausende von benachbarten Pflanzenzellen zerstören, ehe mir der Einblick in das specielle Untersuchungs-Objekt gestattet ist. Der botanische Mikroskopiker mordet bei seinem Berufe täglich eine ungezählte Masse lebender Zellen, von denen wir jede als einen lebendigen Organismus, als ein empfindendes Individuum aufzufassen haben. Vor dem Auge des unparteiischen Forschers existirt kein wesentlicher Unterschied zwischen der lebendigen Thier- und der lebenden Pflanzenzelle. Alles, was lebt, ist in seinen Augen würdig, geschont zu werden. Wie nun? Als Botaniker bringe ich es nicht über mich, dort drüben im Torfsumpf meinen Fuß auf den prächtigen Moosrasen mit den vielen perlenden Drosera-Pflänzchen zu setzen, weil ich weiß, daß dabei eine Unzahl der zierlichsten Gebilde zerstört oder doch arg geschädigt würde. Man billiget es, daß ich lieber nebenan die Blätter der Riedgräser mit Füßen trete, als daß ich den Sonnenthau vernichte. Aber während ich etliche Dutzend Drosera-Pflanzen schone, überlasse ich für die nächsten Tage und Wochen zehntausend Insekten, welche auf jenen absitzen werden, dem unerbittlichen Verderben und täglich werden dort Dutzende von kleinen Thieren jenen grausigen Todeskampf kämpfen, den wir soeben auf dem Drosera-Blatt bei der gefangenen Fliege mit angesehen haben. Wer ist nun grausam? Du oder ich? — — Keiner! Die lebendige Natur, die uns mitten in die Schöpfung hineingestellt hat, verurtheilte uns auch, in der Berücksichtigung unseres Selbsterhaltungstriebes täglich an unzähligen lebender oder lebensfähiger Creaturen zu Mördern zu werden. Sie ist die ewige, nimmer ermüdende Zeugerin und die ewig wieder zerstörende Feindin des Lebens. Machen wir uns keine Illusionen! Alles, was lebt, das lebt und webt unter dem eisernen Gesetze des Vernichtens und Neuschaffens. Das Eine existirt auf Kosten des Andern; das Gedeihen des Einen ist gleichbedeutend mit der Vernichtung des Andern. Das ist der Kreislauf des Lebens, der Stoffwechsel im Kleinen: „Kampf um's Dasein“ hat es Darwin genannt, was die schlechtangebrachte Humanität Grausamkeit nennt. Aber jener Kampf ist ein ewiges Naturgesetz; es regiert in den Tiefen des Weltalles wie auf unserem kleinen Planeten; es ist eisern in seinen Consequenzen, logisch bis zum Exzeß, lieblich im wiederkehrenden Zeugen, grausam im stets wiederkehrenden Zerstören.

Während unseres kleinen Abstechers aus der Sumpflandschaft auf das Gebiet der scheinheiligen Humanität hat auf unserem Sonnenthau-Blatt bereits ein anderer Proceß seinen Anfang genommen. Sechszehn Stunden, nachdem die gefangene Fliege vor meinen Augen auf dem Drosera-Blatt ihr Leben verlor, sehen wir dasselbe Blatt in einem ganz eigenthümlichen Zustande. Nicht allein sind fast alle Tentakeln rings um die Fliege herum einwärts gebogen, um den ganzen Insektenkörper mit den lebhaft secernirenden Drüsen zu bedecken, sondern es sind auch die Ränder der ursprünglich kreisförmigen oder querovalen Blattscheibe derart auf- und einwärts gekrümmt, daß das Blatt, von Oben gesehen, einen rautenförmigen Umriß besitzt. Die ganze Blattfläche ist wie eine hohle Hand gekrümmt. Im Innern liegt der Fliegen-Cadaver, umgeben von einer großen Menge saurer Drüsenflüssigkeit.

Es hat bereits der Verdauungsproceß begonnen. Die Beute wird nun verzehrt.

Durch hunderterlei Beobachtungen und eine Unzahl von Experimenten und minutiösen Untersuchungen sind folgende drei Thatsachen constatirt worden:

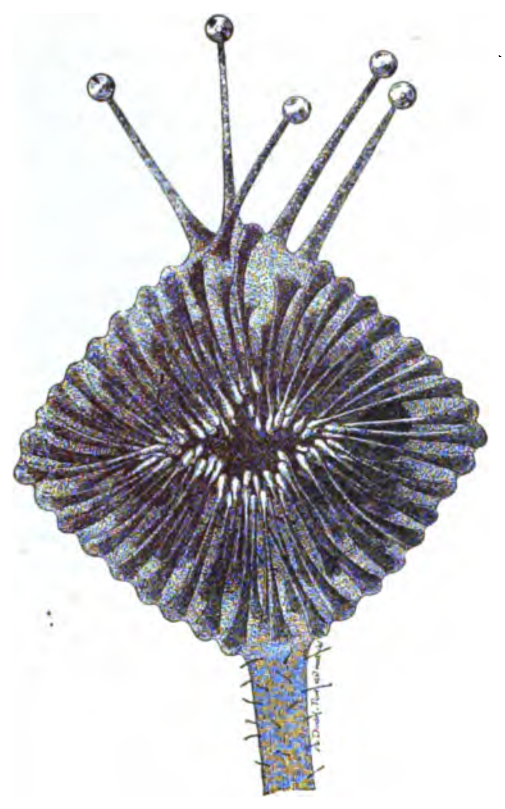


Fig. 6. Dasselbe Blatt vom rundblätterigen Sonnenthau, wie in Fig. 5, aber 16 Stunden später, d. h. 18 Stunden, nachdem das Insekt gefangen wurde. Mit Ausnahme von fünf randständigen Tentakeln sind alle einwärts gebogen; ebenso hat sich der Blattrand so nach Oben gewölbt, daß die Fliege nun in einer Höhle liegt. Alle Tentakeln sondern lebhaft Flüssigkeit ab. Die Verdauung hat begonnen. Nach der Natur gezeichnet: Montag, 5. Juli 1875.

1) Daß die kopf- oder eiförmigen Drüsen am Ende der Tentakeln beim lebenden Drosera-Blatt gegen leichten Druck und gegen sehr minime Mengen von gewissen stickstoffhaltigen Flüssigkeiten außerordentlich empfindlich sind.

2) Daß die lebenden Sonnenthau-Blätter die Fähigkeit besitzen, stickstoffhaltige feste Substanzen aufzulösen, zu verdauen und aufzusaugen.

3) Daß im Innern der vielen Zellen, aus welchen die Tentakeln mit ihren endständigen Drüsen aufgebaut sind, ganz charakteristische Veränderungen stattfinden, wenn die Drüsen durch verschiedene Mittel gereizt werden.

Das Sonnenthau-Pflänzchen ist für Reize empfindlich und zwar eben an den Hunderten jener gestielten Drüsen auf den purpurnen Tentakeln. Von den Drüsen aus wird der Impuls abwärts geleitet durch den Stiel, bis an die Basis der Tentakeln, worauf der untere Theil der letzteren sich krümmt. Der Impuls wird jedoch an der Basis noch keineswegs aufgehalten, sondern er kann sich auch auf die umstehenden Tentakeln verbreiten, vorausgesetzt nämlich, daß der Reiz, welcher auf die Drüse ausgeübt wurde, stark genug war.

Ehe wir an die Besprechung der weiteren Einzelnheiten herantreten, haben wir uns erst über den Bau der Tentakeln und der einzelnen Drüsen zu informiren. Wie aus Fig. 5 und Fig. 6 hervorgeht, sind die am Blattrand stehenden Tentakeln die längsten, die im Centrum der querovalen Blattscheibe stehenden dagegen die kürzesten. Zwischen beiden Extremen finden sich die natürlichsten Abstufungen. Alle Tentakeln tragen beim normal ausgebreiteten Blatt ungefähr gleich große kugelige Sekret-Tropfen. Diese sind eine wasserhelle, zäh-fadenziehende, schwach sauer-reagirende Flüssigkeit, welche selbstverständlich die purpurrothe Drüse, die von ihr umhüllt wird, mit prächtigen Effekten durchschimmern läßt. (Hievon wird die colorirte Tafel in unserem „Atlas der Botanik“, wo ein ungereiztes Drosera-Blatt bei sehr starker Vergrößerung in natürlichen Farben dargestellt ist, weit eher einen Begriff zu geben vermögen, als die beste wörtliche Beschreibung. Vorstehende Fig. 5 und 6 sind Copien zweier Nebenfiguren jener Atlas-Tafel.)

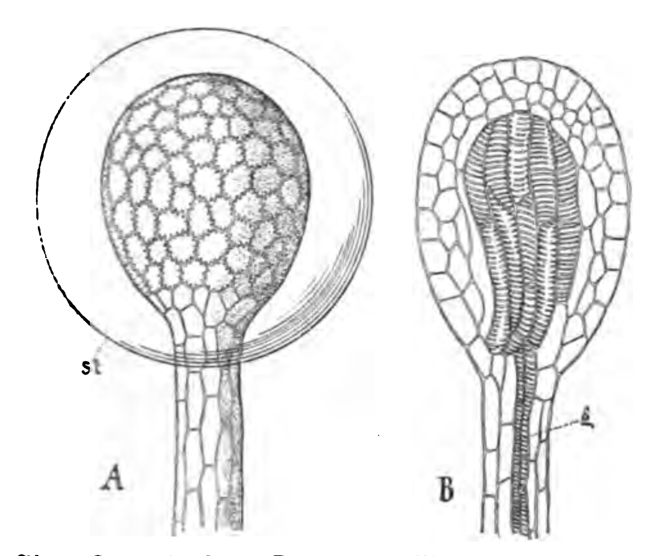


Fig. 7. Tentakeldrüsen von Drosera rotandifolia, stark vergrößert.
A. Von Außen gesehen, die Oberflächenzellen zeigend.
B. Im optischen Längsdurchschnitt, die Spiralgefäße zeigend.

Während die kurzen Stiele der auf der Blattscheibe stehenden Tentakeln grün erscheinen und nur die Drüse selbst roth gefärbt ist, finden wir bei den randständigen Tentakeln auch den langen Stiel von der Drüse an abwärts bis gegen die Basis purpurn gefärbt. An der Basis geht indeß die rothe Färbung allmälig in eine blaßgrüne über.

Jeder Tentakelstiel besteht aus mehreren Reihen langgestreckter Zellen, welche ein oder zwei in der Axe des Stieles dicht neben einander verlaufende bis zur Drüse hinaufreichende Spiralgefäße umgeben (vergl. B in Fig. 7).

Die Drüse selbst besteht aus vielen polyedrischen Zellen, deren Inhalt in normalem, nicht gereiztem Zustand tief purpurroth gefärbt ist. Nur wenige Zellen an der Basis der Drüse, da wo diese in den Stiel übergeht, sind mit grünem Plasma versehen. Im Innern der eiförmig angeschwollenen Drüse finden sich mehrere in der Richtung der Längsaxe verlängerte Zellen mit zarten Spiralfasern; diese Gefäßzellen, welche man nur im optischen Längsschnitt scharf sehen kann (A in Fig. 7), sind ebenso wie die sie umgebenden nichtspiraligen Rindenzellen der Drüse mit purpurrothem Inhalt gefüllt und scheinen mit dem kleinen Gefäßstrang des Tentakelstieles in direkter Verbindung zu stehen. Alle diese mit rothem Inhalt erfüllten Zellen spielen beim Verdauungsproceß des Sonnenthaues eine merkwürdige Rolle.

Am verbreiterten Blattstiel stehen viele mehrzellige Haare, die indeß für die Pflanze ohne große Bedeutung zu sein scheinen. Das Gleiche gilt von einer Unzahl kleiner Papillen, welche an der Basis der langen Tentakelstiele, sowie auf beiden Blattseiten vorkommen. Diese scheinen verkümmerte Tentakeln zu sein; sie sind auch nur unvollkommen im Stande, bei den Funktionen des Blattes in nutzbringender Weise mitzuwirken.

Nun einige Experimente:

Es werde auf die Drüsen mitten auf dem Blatt mittelst eines steifen Borstenhaares durch wiederholtes Berühren ein Reiz ausgeübt. Der Impuls wird durch die Tentakelstiele der gereizten Drüsen auf die Blattscheibe und quer über dieselbe hinweg nach allen Richtungen auf die äußeren langstieligen, randständigen Tentakeln übermittelt. In Folge dessen krümmen sich die letzteren nach Innen, mehrere schon nach 70 Minuten.

In einer alten Casserole gedeihen mir während des Sommers die prächtigsten Sonnenthaupflanzen vor dem Fenster. Gestern Mittag habe ich ein Blatt mit dem Hintertheil einer kurz vorher getödteten Fliege belegt. Da waren noch alle Tentakeln normal ausgebreitet; heute dagegen — 24 Stunden nach der Darreichung des Fliegen-

theiles — sind nicht allein alle näher stehenden, sondern selbst die entferntesten, d. h. die randständigen Tentakeln, so sehr gegen die Mitte der Blattoberfläche eingebogen, daß sie den ganzen Hinterleib der Fliege völlig bedecken. Ja, es ist sogar die Blattscheibe derart gekrümmt, daß sie eine Art Becher darstellt, in dessen Grund der Fliegentheil liegt.

Heute Mittag nach dem Essen nahm ich den künstlichen Sumpf mit den lebenden Drosera-Pflanzen in's Speisezimmer und placirte ihn auf den noch gedeckten Tisch. Da klettert ein kleines, grünes Räupchen an einem Grashalm empor. Unter den Blicken meiner Tischgesellschaft wird dieser einsame Wanderer auf die Mitte eines normal ausgebreiteten Sonnenthau-Blattes gelegt. Nach 10 Minuten sind schon die nächststehenden Tentakeln gegen den willkommenen Leckerbissen vorgebogen. Nach 20 Minuten ist die Beute auch schon von ferner stehenden Tentakeln erfaßt. — Das ist die schnellste von mir beobachtete Reizbewegung der Drosera rotundifolia. Der Versuch ist noch keineswegs fein; aber er kann sehr leicht von Jedermann wiederholt werden.

Darwin hat eine Unzahl von Experimenten aller Art vorgenommen, die alle durch wiederholte Versuche auf's Eklatanteste bestätiget wurden. „Stückchen von Fleisch, todte Fliegen, Stückchen Papier, Holz, getrocknetes Moos, Schwamm, Kohle, Glas u. s. f. wurden wiederholt auf Blätter gelegt und alle diese Gegenstände waren in verschieden langer Zeit, von 1 bis zu 24 Stunden, ordentlich umfaßt und in einem oder zwei bis zu sieben oder selbst zehn Tagen, je nach der Natur des Gegenstandes, wieder frei gelassen und das Blatt wieder völlig ausgebreitet." (Insectivorous plants, pag. 20 und 21.)

Am empfindlichsten sind die Drüsen und durch dieselben die Tentakeln und andere Blatttheile von Drosera, wenn die den Reiz ausübenden Gegenstände stickstoffhaltige organische Substanzen enthalten, welche zum Theil oder ganz löslich sind. Weniger stark erscheint die Reizwirkung von unorganischen, nicht stickstoffhaltigen und unlöslichen Substanzen, wie z. B. frische Kohle, Aschentheilchen, Sandkörner, Glassplitterchen.

Zu den interessantesten Experimenten gehören zweifellos die von Darwin mit den äußersten, randständigen Tentakeln einzeln vorgenommenen Versuche. Er benutzte dabei eine sehr feine, mit destillirtem Wasser befeuchtete Nadel, an welcher mit Hülfe einer Lupe Theilchen von verschiedenen Substanzen placirt wurden, um von dort aus willkürlich auf eine einzelne Tentakel gebracht zu werden. So gelang es Darwin zu constatiren, daß kleine Stückchen rohen Fleisches auf einzelne randständige Tentakeln gebracht, diese veranlaßten, sich in Zeit von 5—6 Minuten stark einwärts zu biegen. An einer mit besonderer Sorgfalt behandelten Tentakel zeigte sich die Bewegung schon nach 10 Sekunden. In 2 Minuten 30 Sekunden hat sich diese Tentakel durch einen Winkel von circa 45° bewegt. Die Bewegung glich, durch eine Loupe gesehen, derjenigen des Zeigers einer großen Wanduhr. (Insect. pl., p. 24.) In 5 Minuten hatte sie sich durch 90° bewegt und als Darwin nach 10 Minuten wieder nachsah, hatte das Stückchen Fleisch am obern Ende dieser gereizten Tentakel durch die Bewegung der letztern bereits die Mitte des Blattes erreicht. Während etlicher Stunden wirkte dieses kleine Stück Fleisch, das nun mit den Drüsen des mittlern Blatttheiles in Berührung stand, centrifugal auf die äußeren Tentakeln, die in der Folge alle eingebogen wurden.

Fragmente von Fliegen wurden auf die Drüsen von vier randständigen Tentakeln gelegt, welche bisher in derselben Ebene wie die Blattspreite ausgestreckt lagen. Drei dieser den Reiz ausübenden Stückchen waren in 35 Minuten durch einen Winkel von 180° nach der Mitte getragen worden.

Wenn eine sehr kleine Mücke an dem perlglänzenden Sekret-Tröpfchen einer randständigen Tentakel hängen bleibt, so bewegt sich letztere derart, daß sie — einen Winkel von 180° beschreibend — in kurzer Zeit die Mücke auf die Blattmitte trägt. Der Vorgang erinnert unwillkürlich an die Bewegung eines ausgestreckten Fingers, an dessen Spitze man irgend einen Körper festklebt, den wir einzig durch die Einbiegung des Fingers auf die Mitte der flach ausgebreiteten Hand übertragen wollen. Ist das an die Rand-Tentakeln eines Drosera-Blattes auffliegende Insekt etwas größer, so daß es zu gleicher Zeit mit zwei oder mehr Sekret-Tropfen in Berührung kommt, so bewegen sich alle betroffenen Tentakeln gemeinsam gegen die Blattmitte, das verunglückte Insekt dorthin tragend.

Es ist erstaunlich, wie klein das Gewicht des Reizung bewirkenden Gegenstandes sein kann. Darwin hat mit kleinen Stückchen Baumwollgarn, mit Löschpapier und Haarfragmenten experimentirt. Die diesbezüglichen Resultate sind fast unglaublich und doch ist kein Zweifel daran zulässig, daß die Experimente mit der größten Genauigkeit, daß sie tadellos ausgeführt wurden. Das kleinste Theilchen, welches zum Versuch verwendet wurde und noch Einbiegung der Tentakel veranlaßte, war ein kurzes Stückchen Frauenhaar von der Länge = 0,203 Millimeter (circa $^1/_{50}$ Centimeter), dessen Gewicht nach sehr genauer Messungsmethode auf 0,000822 Milligramm berechnet wurde.

Diese Thatsache muß uns sehr wunderbar erscheinen, wenn wir bedenken, daß nicht weniger als circa 12,000,000 solcher Haarstückchen erst ein einziges Gramm ausmachen würden. Darwin hat aber auch zur Evidenz bewiesen, daß dergleichen kleine Theilchen, wenn sie Bewegung veranlassen sollen, durchaus mit den Drüsen selbst, nicht blos mit dem sie umhüllenden Sekret-Tropfen in Berührung kommen müssen. Nun dürfen wir aber nicht vergessen, daß selbst größere Stücke Frauenhaar, als das oben angeführte, auf unsere Zunge gebracht, nicht gefühlt werden können, selbst wenn sie längere Zeit dort liegen bleiben. Wir sehen daher, daß die Drüsen an den Sonnenthau-Tentakeln sogar viel empfindlicher sind, als die feinen Enden der auf unserer Zungenoberfläche endenden Nerven.

Man sagt, daß die Blätter des Sonnenthaues die Fähigkeit haben, organische Substanzen mit stickstoffhaltigen Verbindungen aufzulösen, zu verdauen und aufzunehmen. Da dies mit Hülfe der drüsentragenden Tentakeln stattfindet, so lag sehr nahe, diese letzteren Organe in allen denkbaren Zuständen vor, während und nach der Verdauung mikroskopisch zu untersuchen; die Vermuthung, daß die verschiedenen Zellen, welche die Drüsen und Tentakeln zusammensetzen, bei diesen Processen eine gewisse nachweisbare Veränderung erleiden, lag so zu sagen auf der Hand. In der That erwies sich diese Vermuthung als richtig. Untersucht man eine Tentakel in ungereiztem Zustand, so findet man die Zellen der Drüse und des Tentakelstieles (von letzterem hauptsächlich in der obern Hälfte) von einer purpurrothen homogenen Flüssigkeit erfüllt. (Fig. 8, 1.) Wird die Drüse gereizt, sei es durch unorganische oder durch organische Substanzen, welche darauf gelegt werden, sei es durch wiederholtes Berühren, oder auch durch Aufsaugen gewisser Flüssigkeiten, so besitzt der Zellinhalt nach einiger Zeit ein ganz

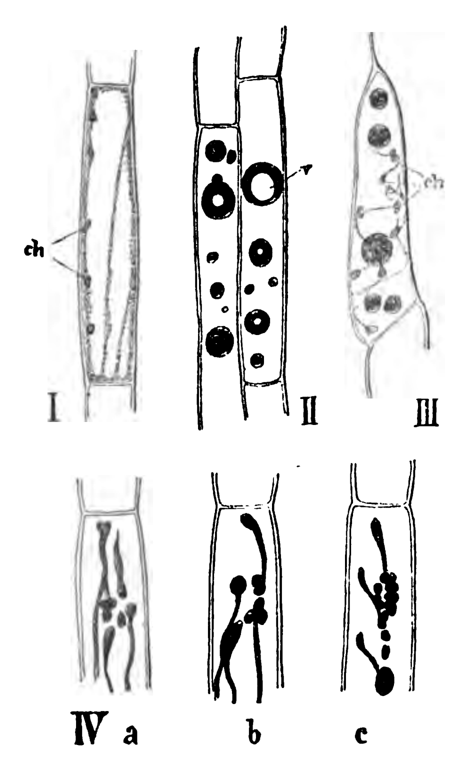


Fig. 8. Die Veränderungen des Zellinhaltes von gereizten Drüsenzellen des rundblätterigen Sonnenthaues.

I. Eine Zelle des Tentakelstieles in nicht-gereiztem Zustand. Sie ist von einer homogenen carminrothen Flüssigkeit erfüllt. Längs der Wand sind feine Plasma-Strömchen und etliche gelbgrüne Chlorophyllkörner ch zu sehen.

II. Eine Zelle, die durch Zusatz von gelöstem kohlensaurem Ammoniak gereizt wurde. In dem größten kugeligen, dunkelroth gefärbten Ballen eiweißartiger Substanz ist eine farblose Vacuole sichtbar.

III. Eine Zelle unmittelbar nachdem sie in einen gereizten Zustand versetzt wurde. Das Netzwerk der Plasma-Strömchen ist geronnen; man sieht es vom einen Chlorophyllkorn ch zum andern ausgespannt.

IV. a. b. c. Eine Zelle, die durch eine Infusion von rohem Fleisch gereizt wurde, wobei sich die sonderbar geformten eiweißartigen Aggregationen gebildet haben, die nun jeden Augenblick ihre Gestalt verändern. a b c — die auf einander folgenden Gestaltsveränderungen derselben. (Alle Figuren nach Francis Darwin. Micr. Journ. Vol. XVI. Pl. XXIII.)

verändertes Aussehen. In einer wasserhellen Flüssigkeit, welche die Zelle erfüllt, finden wir dann rothe Körper von allen möglichen Formen, die auch fortwährend ihre Gestalt verändern.

Der purpurrothe Farbstoff, welcher vorher die ganze Zelle gleichmäßig durchsetzte, hat sich auf eiweißartige, durch Trübung und nachherige Zusammenballung ausgeschiedene kleinere und größere Massen concentrirt, die meistens als kugelige, eiförmige, wurst- oder stabähnliche, mit verschiedenen Auswüchsen versehene Gestalten in der Mitte der Zelle liegen (Fig. 8), indeß auf der Innenseite der Zellwand nicht selten noch kleine körnige Plasmapartien langsam auf und nieder wandern. Der ganze Zellinhalt scheint bei genauerer anhaltender Beobachtung in fortwährender Bewegung zu sein. (Fig. 8, I.)

Sehr interessant ist namentlich die ununterbrochene Wanderung der kleinen, längs der Zellwand hingleitenden Körnchen, wie sie sich am schönsten in den prismatischen, langgestreckten Stielzellen einer gereizten oder verdauenden Tentakel zeigt. Ich habe dieses eigenthümliche Phänomen während mehrerer schöner Tage im Spätsommer 1876 beobachtet und den Eindruck erhalten, als sei nicht nur die wandständige dünne Plasmaschicht der langgestreckten Zellen, sondern auch der ganze wasserhelle Zellinhalt in continuirlicher Circulation begriffen; denn ich sah kleine Körnchen und größere, stark lichtbrechende Kügelchen (wohl Oeltröpfchen) längs der Zellwände auf der einen Seite auf-, an der andern Seite niedergleiten. An den schiefen Querwänden am obern und untern Ende der langgestreckten Zellen blieben die Kügelchen und Körnchen oft für Augenblicke stehen; sie stießen dort an die Querwand und prallten oft zu wiederholten Malen zurück, ehe sie ihren Weg weiter verfolgten.

Ich würde den Leser mit diesen mikroskopischen Auseinandersetzungen verschont haben, wenn letztere nicht zur Beweisführung für gewisse physiologische Funktionen des Sonnenthau-Blattes gehörten. Auch hier ist das Mikroskop ein unentbehrliches Hülfsmittel zur Erledigung wichtiger Fragen.

Die oben berührten und durch Figuren erläuterten Veränderungen des Zellinhaltes einer gereizten Tentakel beginnen jeweilen in der Drüse und schreiten von da an abwärts in den Stiel der Tentakel. Dies geschieht auch dann, wenn die Tentakel den Impuls zu ihrer Bewegung von benachbarten gereizten Tentakeln empfängt, wo also ihre eigene Drüse nicht selbst durch einen fremden Körper berührt wird, sondern den Impuls erst durch den Tentakelstiel herauf erhalten muß. Nach einiger Zeit, entweder nach mehreren Stunden oder Tagen, geht die Tentakel und Drüse allmälig wieder in den ungereizten Zustand über. Jene breitet sich wieder aus und nimmt jene Lage ein, die sie vor der Reizung inne hatte. Hiebei lösen sich auch die oben beschriebenen eiweißartigen Aggregationen nach und nach wieder so auf, daß die betreffenden Zellen hernach wieder von homogenem Inhalt erfüllt sind. Der Auflösungsproceß beginnt an der Basis der Tentakelstiele und schreitet von da successive aufwärts bis zu den Drüsenzellen, deren Inhalt zuletzt an die Reihe kommt. Die Zusammenballung des Inhaltes erfolgt also in centripetaler, die Auflösung der Aggregationen dagegen in centrifugaler Richtung.

Es ist auch wohl zu bemerken, daß — wie Darwin gezeigt hat — der Proceß der Zusammenballung unabhängig ist von der Bewegung der gereizten Tentakeln. Der gleiche Forscher hat constatirt, daß der Impuls der Zusammenballung, von den Drüsen an abwärts schreitend, augenscheinlich von Zelle zu Zelle durch die Querwände der langgestreckten Stielzellen momentan jeweilen etwas aufgehalten wird. Bei blaß gefärbten Tentakeln, die sich bei starker Vergrößerung am besten zur Beobachtung eignen, ist die erste bemerkbare Veränderung das Auftreten sehr feiner Körnchen im homogenen Zellinhalt, wodurch dieser wolkig getrübt wird. Diese kleinen Körnchen ballen sich aber in kurzer Zeit zu größeren Massen zusammen. Am Ende des Processes verschmelzen sich auch die längs der Zellwand hinwandernden farblosen Körnchen mit den mittlern Kugeln; aber es ist noch immer ein Strom von klarer Zellflüssigkeit bemerkbar, und das eigentliche, lebendige Protoplasma, das in allen Fällen auch hier durchaus ungefärbt ist, nimmt an der Bildung der Aggregationen keinen Antheil. Wahrscheinlich entsteht die Trübung des Zellinhaltes und die Zusammenballung der kleinen Körnchen in Folge einer durch den Reiz eingeleiteten Zersetzung.

Der aufmerksame Leser frägt mit Recht nach den Beweisen für die Behauptung, daß die Blätter des Sonnenthaues wirklich das Vermögen besitzen, thierische Substanzen aufzulösen und zu assimiliren, d. h. zu Substanzen für seinen eigenen Körper zu verarbeiten. In der That haben wir bisher nur von den Erscheinungen des Insektenfanges, von der Reizbarkeit der drüsentragenden Tentakeln und von den Bewegungen der letztern, sowie von den Veränderungen des Zellinhaltes von Drüse und Tentakelstiel gesprochen. Mit der bloßen Behauptung, daß die festgehaltenen Körper von den Drosera-Blättern wirklich verdaut werden, wie in einem Thiermagen, kann sich der vorsichtige Freund des naturwissenschaftlichen Fortschrittes nicht zufrieden geben. Es ist seit den Tagen der Peripatetiker, da Aristoteles als ihr erster, mit seinen Schülern in den Schattengängen des Lyceums auf- und abwandelnd, seine Wandervorträge hielt, schon so manche Behauptung aufgestellt und in guten Treuen geglaubt worden, ohne daß sie dieses Glaubens würdig war. Unser Zeitalter ist aber sehr skeptisch geworden. Waren es früher nur einige wenige hervorragende Geister, die nicht Alles, sogar nicht einmal das Tausendjährige als wirkliche Wahrheit anerkennen

wollten, sondern nach wissenschaftlichen Beweisen zu fragen sich mehr und mehr angewöhnten, so ist es heute fast die ganze gebildete Welt, welche dieser, dem Dogma und Autoritätsglauben so sehr verderblichen Maxime huldiget.

Für jede ausgesprochene Wahrheit verlangt der denkende Mensch die unumstößlichen Beweise. Das Erbringen der letztern ist überall der wichtigste Theil einer naturwissenschaftlichen Demonstration. Nehmen wir nun Darwin's Buch über die „Insektenfressenden Pflanzen" (Insectivorous plants. London 1875) zur Hand, so kann uns nicht entgehen, daß der Verfasser es meisterhaft verstanden hat, aus zahllosen Thatsachen die Beweiskette herzuleiten, daß die Blätter des Sonnenthaues in der That die Funktionen eines Thiermagens übernommen haben. Es ist zum ersten Mal, daß diese Behauptung hinreichend bewiesen wurde.

Durch unzählige Versuche ist festgestellt, daß verschiedene Flüssigkeiten auf die Blätter von Drosera ganz verschieden einwirken. Je nachdem diesen Flüssigkeiten stickstoffhaltige Substanzen beigemengt sind oder ob sie nur stickstofflose Verbindungen enthalten, ist der Effekt ein verschiedener. Reines Wasser, auf ausgebreitete Drosera-Blätter gebracht, bringt keine Wirkung hervor. Gummilösung, verdünnte Zuckerlösung, dünner Stärkekleister, verdünnter Alkohol, Wein, abgekochter chinesischer Thee und andere nicht-stickstoffhaltige Flüssigkeiten verursachen keine Einbiegung der Tentakeln, während Milch, Urin, frisches Eiweiß, kalter filtrirter Aufguß von rohem Fleisch, Speichel, Theile von grünen Erbsen und Kohlblättern ganz überraschende Wirkungen hervorbringen. Da die Drosera-Blätter über festen organischen Körpern in der Regel viel länger zusammengeschlagen bleiben, als über unorganischen festen Substanzen, wie z. B. Glassplittern, Kohle, Sandkörnern, so liegt die Frage sehr nahe, ob jene mit Fangarmen ausgestatteten Organe nicht in chemischer Weise auf die umschlossenen Körper einwirken und von diesen wiederum selbst beeinflußt werden. Darwin hat diese hochwichtige Frage, die den Mittelpunkt der ganzen Demonstration darstellt, glänzend beantwortet und in überzeugender Weise dargethan, daß der Sonnenthau im Wesentlichen unter denselben Erscheinungen verdaut, wie der thierische Magen.

Ehe wir an die Besprechung des experimentellen Theiles dieser Specialfrage herantreten, erinnern wir uns erst an die physiologischen und chemischen Vorgänge, die bei der Verdauung im thierischen Magen vor sich gehen. Bekanntlich gelangt bei den höheren Thieren die Nahrung durch Mund und Speiseröhre in eine sackartige Erweiterung des Verdauungsrohres, welche man Magen nennt. Die Wände des letzteren bestehen aus Muskeln und sind auf der Innenseite mit einer Schleimhaut bekleidet, an deren Oberfläche in die Magenhöhlung hinein eine Menge kleiner einfacher Drüsen und zwischen diesen zerstreut die etwas complicirten Labdrüsen endigen. Sobald die Speise in den Magen eingetreten ist, beginnen die Labdrüsen eine säuerliche Flüssigkeit, den Magensaft, abzusondern. Die saure Beschaffenheit des letztern rührt von Salzsäure oder Milchsäure her. Aber in Verbindung mit diesen Bestandtheilen besitzt der Magensaft noch einen andern Stoff, ein Ferment, das man Pepsin nannte und mit dem im Mundspeichel enthaltenen Ptyalin große Aehnlichkeit zu haben scheint. Durch die Zusammenziehungen des gefüllten Magens wird die Speise umhergerollt und vollständig mit dem Magensaft vermischt.

Man hat die Eigenschaften des Magensaftes durch sehr genaue Versuche hinreichend kennen gelernt. Bringt man z. B. einen kleinen Theil jener mit Labdrüsen

ausgestatteten Magenschleimhaut mit kleinen Stücken Speise, wie hart gekochtem Eiweiß oder kleinen Fleischstücken in angesäuertes Wasser und überläßt das Ganze längere Zeit einer Temperatur von circa 40 Grad Celsius, so findet man nach einigen Stunden, daß die kleinen Eiweißstücke oder das Fleisch entweder ganz oder doch zum Theil aufgelöst sind. Alles, was vom Fleisch übrig bleibt, ist zu einem Brei geworden. Diesen durch das Experiment jederzeit leicht einzuleitenden Proceß nennt man künstliche Verdauung; sie spielt in dem Kapitel über die Verdauungskraft der Sonnenthau-Blätter eine bedeutende Rolle, wie wir gleich sehen werden. Durch Versuche an lebenden Thieren ist constatirt worden, daß im Magen genau dieselben Vorgänge stattfinden, wie bei der künstlichen Verdauung, wo die Eiweißstoffe, welcher Art sie auch sein mögen, in lösliche Verbindungen übergeführt werden, die man Peptone nennt. Die wichtigste Eigenschaft der Peptone besteht in der Leichtlöslichkeit und Fähigkeit, durch die dünnen Gefäßwände hindurchzudringen, wodurch die Aufsaugung dieser Substanzen leicht bewerkstelliget wird.

Es ist an anderer Stelle oben schon gesagt worden, daß die diamantglänzenden Sekret-Tropfen, welche den normal ausgebreiteten Tentakeln der Drosera-Blätter anhängen, schwach sauer reagiren. Nimmt man sehr empfindliches blaues Lackmuspapier und bringt dasselbe mit den Sonnenthau-Tröpfchen in Berührung, so wird dasselbe an den befeuchteten Stellen blaß-röthlich, freilich oft kaum zum Erkennen, so daß die Ansäuerung jedenfalls als eine sehr schwache betrachtet werden muß. Reizen wir dagegen eine Drüse, entweder durch etwas Eiweiß oder durch rohes Fleisch, so wird eine große Menge von Flüssigkeit abgeschieden, die in viel stärkerem Grade sauer reagirt, als vor der Reizung. Die bis jetzt angestellten Untersuchungen über den Charakter der vom Sonnenthau abgeschiedenen Säure führten wegen der ungenügenden Menge des erhältlichen Untersuchungsmateriales noch zu keinem ganz bestimmten Resultat. Professor Frankland, der sich mit dieser subtilen Frage beschäftigte, kam indeß, gestützt auf seine Resultate, zu dem Schluß, daß entweder Propionsäure oder eine Mischung von Essig- und Buttersäure in dem Sekret von Drosera vorhanden sei. „Die Säure gehört jedenfalls zur Reihe der Essig- und Fettsäuren."

Sehr wichtig ist der Umstand, daß die von den gereizten Tentakeln abgesonderte Flüssigkeit, wenn sie mit Schwefelsäure angesäuert wird, einen starken Geruch, ähnlich dem von Pepsin, entwickelt.

Zahllos sind die sorgfältigen Versuche, aus denen hervorgeht, daß die Drosera-Blätter eine große Menge von Substanzen aufzulösen, zu verdauen vermögen, welche in gleicher Weise oder nahezu auf dieselbe Art auch vom Magensaft der Thiere verdaut werden. Andererseits gibt es auch eine Menge von organischen Substanzen, die von Drosera ebenso wenig verdaut werden, als vom Magensaft der Thiere. Die in der scharfsinnigsten Weise ausgeführten Controlversuche ließen keine andere Deutung zu, als sie von Darwin für die einzelnen Fälle oder für eine Gruppe von Experimenten gegeben wurde.

Zwei kleine Eiweißwürfel mit den Längendimensionen von 1.27 Millimeter wurden auf zwei normal ausgebreitete Drosera-Blätter gelegt. Nach 46 Stunden war jedes Atom derselben aufgelöst und das meiste der verflüssigten Masse war absorbirt. Die zurückbleibende Flüssigkeit war in diesem wie in allen übrigen Fällen sehr sauer und klebrig. Zwei ebenso große Eiweißwürfel wurden auf zwei andern Blättern

während 50 Stunden in zwei große Tropfen durchscheinender Flüssigkeit verwandelt. Nach zehn Tagen breiteten sich die Tentakeln dieser Blätter wieder aus und nun war Nichts mehr übrig, als sehr wenig durchsichtige, saure Flüssigkeit.

Der Anfang der Verdauung würfelförmiger Eiweißstücke macht sich stets durch die Abrundung der Ecken und Kanten bemerkbar. Die Auflösung beginnt also außen und schreitet successive nach Innen vor. Wird ein doppelt so großer Würfel als in den angeführten Versuchen verwendet, so kann man nach 2—3 Tagen sehen, daß der große Würfel an Dimension beträchtlich eingebüßt hat und seine Form veränderte. Wir finden ihn dann in eine kleine Eiweißkugel verwandelt, die rings von einer vollständig durchsichtigen Flüssigkeit umgeben ist (aufgelöstes Eiweiß). Bei einem solchen Versuch war nach zehn Tagen das Blatt wieder ausgebreitet; es fand sich aber noch ein äußerst kleines, übrig gebliebenes Stückchen nun vollkommen durchscheinend gewordenen Eiweißes, das von dem gesättigten Blatt nicht aufgenommen ward.

Wird während der Verdauung eines Drosera-Blattes ein Tröpfchen verdünnten Alkali's zu der Speise (Eiweiß) zugesetzt, so hört die Verdauung auf; wird das Alkali entfernt und statt desselben schwache Säure zugesetzt, so beginnt die Verdauung von Neuem, ganz so, wie die künstliche thierische Verdaunng durch Alkalien und Säuren beliebig sistirt oder auch befördert werden kann. Mit Recht wird hieraus auf die pepsin-artige Natur des im Drosera-Sekret enthaltenen Fermentes geschlossen.

Sehr instruktiv ist die Verfolgung des Verdauungsprocesses, wenn man Sonnenthau-Blätter mit geröstetem Fleisch füttert. Dabei werden, wie unter dem Mikroskop sehr leicht nachzuweisen ist, die Muskelfasern nach und nach so aufgelöst, daß ihre Querstreifung successive an Deutlichkeit abnimmt und endlich ganz verschwindet.

Rohes Fleisch übt auf die Drosera-Blätter oft einen so mächtigen Reiz aus, daß sie häufig beschädiget oder selbst getödtet werden. Wer also mit lebenden Sonnenthau-Pflanzen experimentiren will, dem ist der Gebrauch von geröstetem Fleisch viel eher anzurathen, als derjenige des rohen Fleisches.

Es erscheint beinahe wunderbar, wenn wir sehen, daß unsere zarte Sumpfpflanze sogar im Stande ist, festen Knorpel, Knochensplitterchen, ja sogar das harte Zahnschmelz und Zahnbein aufzulösen, um aus diesen Körpern Substanzen aufzunehmen. Darwin hat auch mit phosphorsaurem Kalk, mit Gelatine, mit Chondrin, mit Milch, chemisch präparirtem Caseïn und Legumin experimentirt, ebenso mit einer großen Zahl von Substanzen, welche von dem Sonnenthau nicht verdaut werden, wie z. B. mit Epidermis-Bildungen des Thierreiches (menschlicher Nagelsubstanz, Haarkügelchen, Federkiele), mit elastischem Fasergewebe, Mucin, Harnstoff, Chitin, Chlorophyll, Cellulose (Holzstoff), Schießbaumwolle, Fett, Oel und Stärke. Diese letztgenannten Substanzen können wohl die Tentakeln zur Einbiegung veranlassen, das Blatt vermag aber nicht, sie zu verdauen, ganz ebenso wenig, als der thierische Magen diesen Substanzen brauchbare Stoffe abzugewinnen im Stande ist.

Alle Beobachtungen weisen darauf hin, daß eine merkwürdige Uebereinstimmung existirt zwischen dem Verdauungsvermögen des Sonnenthau-Sekretes mit seinem Ferment und seiner zur Essigreihe gehörenden Säure einerseits und dem Verdauungsvermögen des thierischen Magensaftes mit seinem Pepsin und seiner Salzsäure anderseits. Die Untersuchung hat gezeigt, daß die Sekrete des Magens und der Drosera-Blätter wenn nicht identisch, so doch sehr ähnlich sind, eine Entdeckung, welche die ganze Pflanzen-

Physiologie nicht umsonst in Alarm versetzte, weil man bis vor Kurzem die Behauptung solcher Ansichten als Tollhausgedanken verlachte.

Die Physiologie beider Reiche, d. h. die Lehre von den Veränderungen im lebenden Organismus der Thier- und der Pflanzenwelt, steht staunend vor dieser Thatsache. Wenn wir schon längst wußten, daß an der untern Grenze des Pflanzen- und Thierreiches beiderlei Lebewesen in ihren physiologischen Funktionen die größten Aehnlichkeiten besitzen, wenn dort Athmung und Verdauung, Wachsthum und Fortpflanzung in den niedrigsten Pflanzen- und in den niedrigsten Thierfamilien sozusagen identisch erscheinen, so hat das für uns, die wir von der Wahrheit der Abstammungslehre überzeugt sind, nichts Frappantes; denn beide Reiche entwickelten sich allmälig aus einfachsten Lebewesen, aus Organismen, die einen Gegensatz zwischen Pflanze und Thier nicht erkennen ließen, also sozusagen weder Thier noch Pflanze waren oder beides zugleich sein konnten. Aber die Thatsache, daß eine hochentwickelte Pflanze und ein hochentwickeltes Thier dasselbe oder beinahe dasselbe Sekret ergießen, welches einem und demselben Zwecke der Verdauung angepaßt ist, erscheint jedem Unvorbereiteten als physiologisches Wunder.

Wir haben im Vorstehenden die frappantesten und überzeugendsten Thatsachen der langen Versuchsreihe kennen gelernt, die als Belege für die Wahrheit der Verdauungsfähigkeit thierischer Substanzen für lebende Pflanzen dienen müssen.

Noch bleibt uns des Endgliedes einer Versuchsreihe zu erwähnen, die Darwin anstellte, um das Verhalten lebender Drosera-Blätter gegen verschiedene Ammoniak-Verbindungen zu prüfen. Er tauchte lebende Blätter des Sonnenthaues in etliche Tropfen sehr verdünnter phosphorsaurer Ammoniak-Lösung und berechnete nach der stattgehabten Absorption der Ammoniak-Lösung durch das eingetauchte Blatt, welches in der Folge seine Tentakeln einbog, daß $\frac{1}{19760000}$ Gran oder 0,00000328 Milligramm aufgelösten phosphorsauren Ammoniakes genügt, um eine einzelne Tentakeldrüse so zu reizen, daß Bewegung eintritt. Ein Gewichtstheil dieses krystallisirten Ammoniaksalzes wurde in 21,875,000 Theilen Wasser aufgelöst. Bringen wir das in dem Salz vorhanden gewesene Krystallisationswasser, das selbstverständlich nicht auf die Drüsen wirkt, in Abrechnung, so ergibt sich, daß weniger als $\frac{1}{30000000}$ Gran der wirksamen Elemente in phosphorsaurem Ammoniak hinreicht, um die Tentakel eines lebenden Drosera-Blattes zur Bewegung zu veranlassen. Gewiß ist dies ein sehr kleines Gewicht, wenn wir bedenken, daß circa 500,000,000 solcher kleiner Portionen das unbedeutende Gewicht eines einzigen Grammes ausmachen würden. Wir bewundern nicht allein die feine Beobachtung des geistreichen Experimentators, dem wir diese Aufschlüsse verdanken, sondern auch die äußerste Empfindlichkeit der Sonnenthau-Tentakeln, wo in Folge der Einwirkung eines minimen Gewichtes von phosphorsaurem Salz Hunderte von Zellen aus ihrer Lage herausgebracht und gegen andere Blatttheile durch eine sehr augenfällige Bewegung verschoben werden.

Und dennoch ist diese Wirkung keineswegs wunderbarer, als die Einwirkung gewisser Substanzen auf die Geruchsnerven eines Spürhundes, welcher nach langen Stunden noch den Weg seines Herrn zu finden weiß, einzig dadurch, daß er sich von gewissen molecularen Vorgängen leiten läßt, die in den Nerven seines Geruchssinnes vor sich gehen. Aber wir vergessen auch nicht, daß unser hochorganisirter menschlicher

Körper kaum ein anderes als das Geruchsorgan besitzt, welches in demselben Maße, wie die Tentakeln des Drosera-Blattes empfindlich wäre.

In der That ist es heute allein noch das Spectroskop, welches im Dienste der empirischen Wissenschaften Feineres leistet, als es Drosera angesichts des phosphorsauren Ammoniakes zu thun vermag; aber nichtsdestoweniger wird ein lebendes Sonnenthau-Blatt viel sicherer die Anwesenheit dieses Salzes entdecken, als der exakteste Chemiker, sobald es sich um minime Mengen handelt. Und was hier als das Bemerkenswertheste in die Waagschale fällt, ist der Umstand, daß die Pflanze eines Nervensystems entbehrt. Dennoch handelt sie unter gewissen Umständen gerade so, als wäre sie nicht nur mit Empfindung, sondern auch mit Bewußtsein begabt. Bleibt nämlich eine kleine Mücke, die nachläßig daher geflogen kömmt, an einer Tentakel hängen, die rechts oder links von der Mittellinie des Blattes, zwischen dieser letztern und dem Blattrand steht, so bewegen sich alle Tentakeln jener Blatthälfte genau in der Richtung, daß sie schließlich das unvorsichtige Insekt treffen müssen, keineswegs etwa in der Richtung gegen die Mitte der Blattscheibe hin, wie dies dann geschieht, wenn ein Insekt dort absitzt, oder wenn eine randständige Tentakel durch einen kleinen organischen Körper allein gereizt wird und diesen dann auf die Mitte des Blattes überträgt.

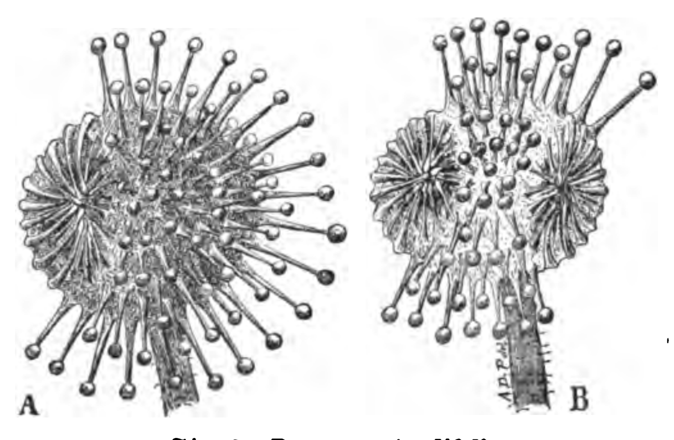


Fig. 9. **Drosera rotundifolia.**

A. Ein Blatt, auf dessen linker Hälfte eine kleine Mücke die Reizbewegung der nächststehenden Tentakeln veranlaßt hat.
B. Ein Blatt, auf dessen beide Blatthälften je ein kleines Stückchen Fleisch gelegt wurde, wobei in beiden Fällen der anreizende Gegenstand von den nächststehenden Tentakeln bedeckt wurde.

Die Bewegungen der Tentakeln erscheinen so ziel- und zweckbewußt, daß wir der fleischfressenden Pflanze beinahe eine grausame Seele zuzuschreiben geneigt wären. Aber diese wunderbaren Bewegungen müssen sich auf rein mechanischem Wege erklären lassen. Bringen wir gleichzeitig auf die rechte und auf die linke Blatthälfte je ein kleines Insekt, oder auch nur je ein sehr kleines Fleischstückchen, so werden wir nach wenigen Stunden sehen, wie sämmtliche Tentakeln in der Umgegend der beiden gereizten Blattstellen nach dem nächstgelegenen fremden Gegenstand gerichtet sind. Die Erklärung dieser sonderbaren Thatsache ist höchst einfach: Der motorische Impuls (der Anstoß zur Bewegung) verbreitet sich von den gereizten Stellen aus strahlenförmig nach allen Richtungen auf der Blattspreite. Diejenige Seite einer Tentakel, welche von jenem Impuls zuerst betroffen wird, zieht sich zusammen und zwar hauptsächlich im Basaltheil des Tentakelstieles, worauf der letztere eben zu einer Bewegung in der Richtung gegen die gereizte Stelle hin veranlaßt wird. Dieser Vorgang ist, aus den besser erforschten ähnlichen Erscheinungen bei der Eingangs besprochenen Venusfliegenfalle (Dionæa muscipula) zu schließen, durchaus rein mechanischer Natur, wenn wir auch heute noch nicht im Falle sind, zu

sagen, welcher Art der motorische Impuls seinem Wesen nach ist und worauf eigentlich die Bewegungen der Tentakeln in letzter Instanz beruhen. Alle diese Vorgänge wird die empirische Forschung noch ergründen. Haben wir einmal gesehen, daß bei der Verdauung durch die gereizten Tentakeln ganz ähnliche Processe chemischer Natur, wie bei der Verdauung im thierischen Magen, stattfinden; haben wir beobachtet, daß im Innern einer gereizten Drüse eine Trübung der sonst klaren Zellinhalte und Zusammenballungen eiweißartiger Massen mit sonderbaren Formveränderungen stattfinden; erinnern wir uns daran, daß bei chemischen Vorgängen galvanische Kräfte im Spiele sind und nehmen wir von jener Wahrheit Notiz, daß es galvanische Ströme sind, welche zur Bewegung von Muskeln dienen: so dürfen wir über den noch ungelösten Problemen nicht muthlos verzweifeln.

Schon längst haben sich die namhaftesten Naturforscher mit dem großen Gedanken beschäftiget, ob nicht etwa alle die verschiedenen Naturkräfte auf eine einzige Kraft zurückzuführen seien derart, daß wir sie alle nur als Modifikationen einer und derselben Naturkraft aufzufassen hätten. In solchem Nachweis wäre der „Polytheismus" des modernen Naturforschers abgethan und der „Monotheismus" Numero II zur Herrschaft gelangt. Denn der Naturforscher — so will es sein Beruf und die Methode seines Arbeitens — anerkennt keine Götter, als die verschiedenen Naturkräfte, denen gegenüber er sich freilich anders verhält, als der beschauliche Heide, der **seinen** Göttern gegenüber sich als furchtsamer, keineswegs neugieriger Geselle erweist. Der Freund des Naturerkennens will seine Götter belauschen; er prüft sie, geht ihnen auf Schritt und Tritt nach; er sperrt sie unter Umständen in gläserne Retorten ein, nimmt sie auf die Wage, zwingt sie unter gewissen Verhältnissen, seinem Willen zu folgen, verwandelt sie in andere Formen: kurz — er will seinen Göttern, den verschiedenen Naturkräften, in die Karten gucken. Und was ist ihm hiebei nicht schon Alles geworden! Der exakte Forscher verwandelt die Schwerkraft in Wärme, die Wärme in mechanische Arbeit, diese hinwieder in Elektricität, letztere in Licht; er sieht das Licht sich verwandeln in chemische Affinität und so weiter im Kreislauf herum, den die verschiedenen Kraftmodifikationen einer und derselben Urkraft im ewigen Wechsel der Erscheinungen vollziehen. Die Erforschung all' der verschieden benannten Naturkräfte führt mehr und mehr zur Erkenntniß der Einen Naturkraft. Bald wird es dahin kommen, daß der bloß *ahnende* Pantheist dem *wissenden* Materialisten für angethanes Unrecht die abbittende Hand reichen wird.

Wir dürfen hoffen, in kurzer Zeit die Frage beantwortet zu sehen, ob die Bewegungs-Erscheinungen bei den reizbaren Blättern von Drosera und Dionæa die Folge der gleichen oder aber anderer Kraftmodifikationen seien als bei den Bewegungs-Erscheinungen im lebendigen Thierkörper. Und vielleicht stellt sich alsbald heraus, daß es im Grunde ein und dasselbe Motiv ist, welches die perlende Tentakel eines Sonnenthau-Pflänzchens zu einer Bewegung veranlaßt und den Säugling an der Mutterbrust bestimmt, von den Quellen des Lebens zu trinken.

Wir haben im Vorstehenden das Wesentlichste und Wissenswertheste von dem, was man über die Gewohnheiten des *rundblätterigen Sonnenthaues* in Erfahrung brachte, kennen gelernt. Nun existiren auf unserer Erde, und zwar in allen Erdtheilen zusammengenommen, circa 100 verschiedene Drosera-Arten. Australien allein besitzt mehr als 40 verschiedene Species, während in unseren Gegenden hauptsächlich

drei Arten vertreten sind, nämlich nebst dem rundblätterigen noch der langblätterige (Drosera longifolia) und der mittlere Sonnenthau(Drosera intermedia). An allen diesen verschiedenen Bewohnern der fünf Erdtheile beobachtet man dieselben Tentakeln zum Insektenfang und ganz ähnliche Vorgänge, wie wir sie bei Drosera rotundifolia kennen gelernt haben. Wir können uns also der Besprechung anderer Sonnenthau-Arten entschlagen, um so eher, da wir oben in Fig. 4 einen Repräsentanten mit extrem langen Blättern kennen gelernt haben, der als Typus für eine Gruppe anderer Formen gelten kann.

Dagegen wollen wir noch kurz der letzten Zweifel erwähnen, die allerneuestens in der Geschichte der Erforschung unserer Insectivoren eine gewisse Rolle gespielt haben. Trotz der außer alle Frage gestellten Gewißheit, daß die verschiedenen Drosera-Arten die gesetzmäßig erworbene Fähigkeit des Insekten-Fanges und des Verdauens eiweiß-artiger Substanzen besitzen, fehlte es auch nach dem Erscheinen des epochemachenden Werkes von Darwin über die „Insectivorous plants" nicht an Zweiflern, die in Abrede stellten, daß der Insektenfang den betreffenden Pflanzen Nutzen bringe. Ja, man behauptete lebhaft, daß diese sonderbare Gewohnheit eher von Nachtheil sei, indem häufig durch Ueberfütterung ganze Blätter krank werden und absterben. Der Zweifel schien allerdings berechtiget und dennoch erweist er sich bei genauerer Betrachtung als Ungeheuerlichkeit; denn wie sollten die vielen Arten von Sonnenthau-Pflanzen, welche seit Jahrtausenden über alle Erdtheile verbreitet sind, den Kampf um's Dasein mit Hunderten und Tausenden anderer Pflanzenarten ausgehalten haben, wenn ihnen die gesetzmäßige Gewohnheit des Insektenfanges nicht zum Nutzen, sondern zum Schaden gereichen würde? Das verstößt ja gegen alle bisherige Erfahrung und ist geradezu eine naturwidrige Unmöglichkeit. Allein man zweifelte nun einmal und darum mußte abermals das Experiment in die Linie rücken.

Es ist das Verdienst von Francis Darwin, durch überraschende Culturversuche die letzten Zweifel gehoben zu haben. Es wurden nämlich am 12. Juni 1877 ungefähr 200 Pflänzchen von Drosera rotundifolia in mit Moos ausgefüllte Teller gepflanzt und den Rest des Sommers hindurch gepflegt. Jeder Teller wurde durch eine niedrige hölzerne Scheidewand in zwei Hälften getheilt; die Pflanzen der einen Tellerhälfte wurden in der Folge mit Fleisch gefüttert, die Pflanzen der andern Seite zum Fasten bestimmt, indem man alle Pflanzen vor dem Zutritt von Insekten schützte. Die Methode der Fütterung bestand darin, daß auf den Futter-Seiten der sechs Teller jedes Blatt mit einem oder zwei Bissen getrockneten Fleisches von ungefähr $^1/_{50}$ Gran Gewicht versehen wurde. Diese Fütterung wurde stets nach einigen Tagen wiederholt und zwar von Anfang Juli bis in die ersten September-Tage. Schon frühzeitig zeigte sich, daß die mit Fleisch gefütterten Pflanzen sich kräftiger entwickelten, als die fastenden Pflanzen desselben Tellers. In der Folge bildeten jene auch mehr Blüthenstengel, größere Blüthenschäfte, zahlreichere Samenkapseln und in diesen Kapseln auch eine große Zahl von Samen; ferner waren die Samen der gefütterten Pflanzen schwerer als diejenigen der fastenden Pflanzen.

Die diesbezügliche übersichtliche Tabelle des Untersuchungsresultates lautet, wie folgt: (Die Zahl 100 bezieht sich auf die fastenden, nicht gefütterten Pflanzen, die zweite Zahl auf die mit Fleisch gefütterten Exemplare.)

1) Das Gewichtsverhältniß der Pflanzen ohne Blüthenstengel 100 : $121{,}_5$.
2) Totalsumme der Blüthenstengel . . . . 100 : $164{,}_9$.
3) Höhensumme der Blüthenschäfte . . . . 100 : $159{,}_9$.
4) Totalgewicht der Blüthenschäfte . . . . 100 : $231{,}_9$.
5) Totalzahl der Samenkapseln . . . . 100 : $194{,}_4$.
6) Durchschnittszahl der Samen in jeder Kapsel . . . . 100 : $122{,}_7$.
7) Durchschnittsgewicht des Samens . . . . 100 : $157{,}_3$.
8) Berechnete Totalsumme der erzeugten Samen . . . . 100 : $241{,}_5$.
9) Berechnetes Totalgewicht der Samen . . . . 100 : $379{,}_7$.

Hieraus ergibt sich zur Evidenz, daß der durch die Fütterung erreichte Vortheil für die Pflanzen in alledem, was sich auf die Samen und Blüthenstengel bezieht, sich bei Weitem erkennbarer ausdrückt, als in den andern Theilen. Es ist geradezu erstaunlich, welches Verhältniß sich zwischen den Totalsummen der erzeugten Samen geltend macht (100 : $379{,}_7$), wobei sich zeigt, daß die mit animalischen Nährstoffen gefütterten Pflanzen ein $3^3/_4$ Mal größeres Gewicht von producirten Samen aufweisen, als die nicht gefütterten, fastenden Pflanzen. Danach ist kein Zweifel, daß diejenigen Drosera-Pflanzen, welche von heute auf morgen die Fähigkeit des Insektenfanges und Verdauens thierischer Stoffe einbüßen würden, in der Concurrenz mit insektenfangenden Sonnenthau-Pflanzen binnen weniger Jahre vollständig unterliegen müßten. Das bedeutet aber nichts Anderes als: Für die Droseraceen ist die Fähigkeit des Insektenfanges und die Fähigkeit des Verdauens thierischer Stoffe eine unbedingte Nothwendigkeit, eine Existenzfrage. Und für diese Gruppe fleischfressender Pflanzen erweist sich die Vermuthung, als habe man es bei den Insektenfangenden nur mit launenhaften Naturspielen zu thun, als nicht weiter discutirbare Ungeheuerlichkeit.

Pinguicula — Fettkraut.

Auf dem gleichen botanischen Streifzuge, da wir unserem rund- und langblätterigen Sonnenthau begegnen, treffen wir am sumpfigen Seeufer oder auf der feuchten unfruchtbaren Waldwiese eine zweite, ganz harmlos scheinende Pflanze, die ebenfalls zu den berüchtigten Insektenfressern gehört: das Fettkraut, Pinguicula. In der deutschen und schweizerischen Flora ist diese Pflanzengattung durch drei Arten vertreten. Alle besitzen eine grundständige Rosette schlüpfrig feuchter, gelbgrüner Blätter, die dicht auf den feuchten Boden zurückgeschlagen sind. Im nordalpinen Hügelland trifft man hauptsächlich das gemeine (P. vulgaris) und das Alpen-Fettkraut (P. alpina). Beide Arten blühen im Mai, das gemeine Fettkraut mit blauvioletter, rachenförmiger Blüthe, die — von der Ferne gesehen und nur oberflächlich betrachtet — an den Habitus der Blüthe unseres wohlriechenden Frühlingsveilchens erinnert, indeß das Alpen-Fettkraut in weißer Farbe prangt. Nach dem Verblühen sind beide Arten kaum mehr von einander zu unterscheiden.

Ich habe in Fig. 10 A und B das gemeine Fettkraut (P. vulgaris) in natürlicher Größe, von der Seite und von Oben betrachtet, dargestellt. Die ausgewachsenen Blätter sind zungenförmig, am Rand nach Oben eingerollt, auf der ganzen obern Seite

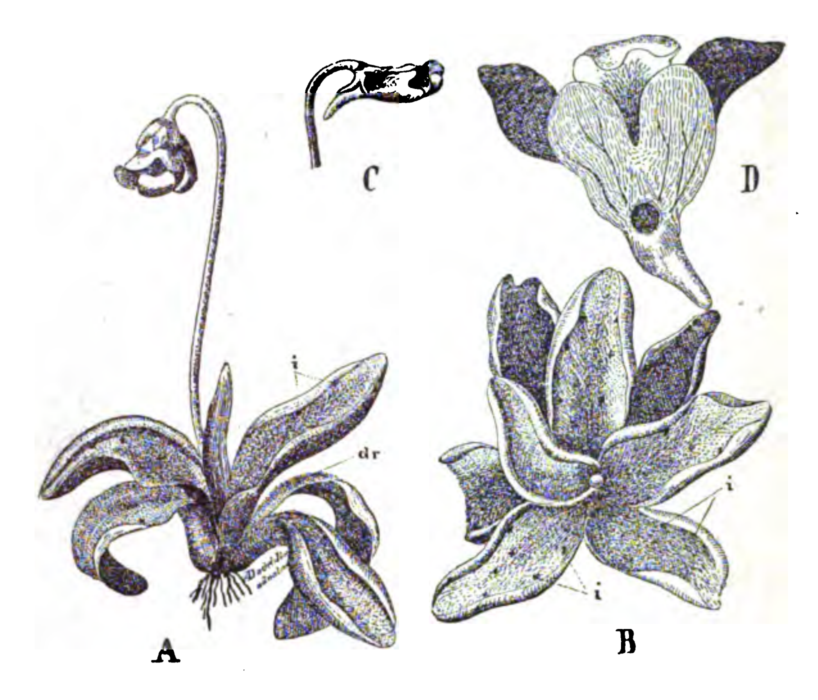


Fig. 10. **Pinguicula vulgaris. Gemeines Fettkraut.**

A. Blühende Pflanze, von der Seite gesehen.
 i i — kleine Insektenleichen.
 dr dr — langstielige Drüsen, von bloßem Auge nur als kleine Börstchen wahrnehmbar.
B. Ein anderes Exemplar, von Oben gesehen. (Gez. im August 1876.)
 i i — gefangene kleine Insekten.
 Im Centrum der Rosette sieht man die kleine Knospe, welche bis zum Herbst wächst und den Winter überdauert.
C. Blüthe, von der Seite gesehen.
D. Abgefallene Blumenkrone, von unten gesehen, etwas vergrößert. (Gez. 6. Juni 1879.)

mit einer Unzahl kleiner Drüsen bekleidet, von denen die größern, mit unbewaffnetem Auge betrachtet, wie kurze Börstchen über die blaßgrüne, feuchte Blattfläche emporragen (dr in A, Fig. 10). Die ganze Rosette dieser grundständigen Blätter läßt auf den ersten Blick kaum ahnen, daß sie das Leichenfeld vieler kleiner Insekten (i i in A und B) ist. Von Oben betrachtet erscheinen die Drüsen nur wie dichtstehende Punkte, die über die ganze Blattfläche verbreitet sind. Sie sondern aber fortwährend eine schlüpferige Feuchtigkeit ab, was wohl Anlaß zu dem Namen „Fettkraut" gegeben hat.

Schon lange galt diese Pflanze als schädlich, namentlich für die Schafe unzuträglich; „auch anderes Vieh läßt sie unberührt stehen; aber mit dem ausgepreßten Saft der Pflanze soll man die Läuse beim Vieh vertreiben können," wie der alte Ch. F. Hochstetter berichtet und wie wir heute, da man über die Eigenschaften des Sekretes genauer unterrichtet ist, gerne glauben wollen.

Ich habe diese Pflanzen während der Sommerszeit von 1875 an bis 1879 von verschiedenen botanischen Excursionen lebend mit nach Hause genommen und hier cultivirt, ähnlich wie Drosera in einem künstlichen Sumpfe. Sie gediehen unter den gleichen Verhältnissen wie der Sonnenthau ganz vorzüglich und gestatteten jederzeit einen Einblick in ihr mörderisches Treiben. Während mehrerer Wochen haben wir Dutzende von kleinen und kleinsten Mücken auf den lebhaft secernirenden Blättern angetroffen. Jeder Tag brachte neue unglückliche Opfer auf diese sonderbaren Leimruthen.

Wie beim Sonnenthau, so kann man auch beim Fettkraut fast jederzeit

verschiedene Thierleichen in allen möglichen Stadien der Auflösung antreffen und es ist nach den bisherigen Untersuchungen kein Zweifel mehr, daß das schlüpfrige Sekret der Pinguicula-Drüsen ebenso verdauende Kraft besitzt, wie dasjenige von den Tentakeln der verschiedenen Sonnenthau-Arten. Die in dieser Richtung angestellten Experimente an lebenden Pflanzen sind nicht minder interessant, als diejenigen, welche an Drosera ausgeführt wurden.

Wenn wir mit einem scharfen Messer ein kleines Stück der obern Epidermis eines Pinguicula-Blattes abheben und das Fragment unter das Mikroskop bringen, so finden wir im Wesentlichen Folgendes:

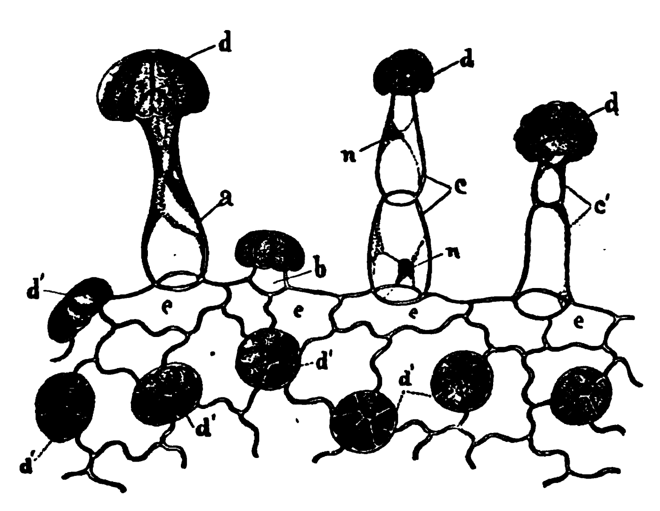


Fig. 11. **Pinguicula vulgaris.** Gemeines Fettkraut. Verschiedene Drüsen auf der Blatt-Epidermis. Erklärung im Text.

Die obere Blatt-Epidermis besteht aus farblosen Zellen, die mit wellenförmig gebogenen Wänden an einander grenzen. Ueber die Epidermiszellen erheben sich aber verschiedene Drüsen, wie wir sie in Fig. 11 abgebildet haben.

Die einen Drüsen sind stiellos; sie sitzen — von Oben betrachtet — als kreisförmige Gruppen von 8 Zellen direkt auf der Epidermis (d' d' in Fig. 11). Wohl findet sich unter diesen 8 Drüsenzellen und zwar von diesen kappenartig bedeckt, eine stumpf-kegelförmige Stielzelle, die aber nicht so weit entwickelt ist, daß die Drüse selbst merklich über das Niveau der Blatt-Epidermis erhoben würde. (Auf der Blatt-Unterseite finden sich auch kleinere Drüsen, die bloß aus 4, 5, 6 und 7 Tochterzellen bestehen und durch die Stellung der Zellwände deutlichen Aufschluß geben über die Entwicklungsgeschichte dieser wichtigen Organe.)

Die andern Drüsen der Blatt-Oberseite sind gestielt, der Stiel ist bald lang, bald kurz, bald ein-, bald mehrzellig und stellt ein cylindrisches Organ dar, das in verschiedenen Höhen einen ungleichen Durchmesser besitzt, wie a, b, c und c' in Fig. 11 zeigt. Am Ende des nach Oben verjüngten Stieles sitzt der 9- bis 17-zellige Drüsenkopf mit einer kegelförmigen Centralzelle und 8 oder 16 eigentlichen Drüsenzellen, die wie eine Kappe jene Centralzelle decken. Alle Drüsenzellen sind mit einer homogenen Flüssigkeit von hellgrüner Farbe erfüllt, die sich, wie wir unten sehen werden, alsbald trübt, wenn die Drüse gereizt wird.

Die Wandung der Drüsenzellen ist mit einer äußerst feinen Plasmaschichte austapezirt. An manchen Stellen sehen wir das farblose, wandständige Plasma in dickerer Schichte vorhanden, wie dies im obern Theil des Stieles bei a Fig. 11 angedeutet ist. Jede Stielzelle enthält auch einen grauen Zellkern, n, n beim zweizelligen Stiel c in Fig. 11. Der übrige Zellinhalt des Stieles ist farblose Flüssigkeit.

Es ist constatirt worden, daß die Blätter des Fettkrautes r e i z b a r sind, d. h. daß sie gewisse Bewegungen ausführen, sobald sie mit lebenden oder todten stickstoffhaltigen Körpern auf längere Zeit in Berührung kommen. Der Beweis hiefür ist leicht beizubringen:

Bedecken wir eine lebende, in voller Entwicklung dastehende Pinguicula längere Zeit, vielleicht 10 Tage bis 3 Wochen, mit einer Glasglocke, um den Zutritt von Insekten, Staub zc. zu verhindern, so entfalten sich die jungen Blätter, welche kaum aus der centralen Knospe ausgebrochen sind, derart, daß das ganze Blatt zungenartig ausgebreitet erscheint. Die Blattränder sind dann kaum oder nur höchst wenig nach Oben umgebogen. Legen wir nun eine Reihe von kleinen Fliegen dem Rande entlang auf die feuchte obere Blattfläche, so bemerken wir nach wenigen Stunden, daß der mit diesen Objekten belegte Rand des Blattes hübsch eingerollt ist und zwar ganz ähnlich, wie der Rand der menschlichen Ohrmuschel. Dabei werden entweder alle oder doch die dem Rande zunächst liegenden Insekten von der eingerollten Partie des Blattes bedeckt. Die zahlreichen Drüsen, welche mit den kleinen Fliegen in Berührung kamen, sondern nun viel lebhafter eine saure, fadenziehende Flüssigkeit ab, die oft in so großer Menge sich ergießt, daß die ganze gereizte Blattfläche davon trieft und die löffelförmige Blattspitze damit angefüllt erscheint.

Belegt man nur auf der einen Seite, entweder rechts oder links, den Blattrand mit kleinen Insekten oder mit Theilen von größeren Fliegen, so wird nur dieser eine Rand eingebogen, während der andere unverändert bleibt.

Legt man ein größeres Fliegenstück in der Nähe der Blattspitze auf die Mittellinie eines nicht gereizten Blattes, so werden beide seitliche Blattränder einwärts gekrümmt und zwar in günstigen Fällen derart, daß das betreffende Fliegenstück von beiden Rändern umfaßt wird.

Werden kleine Stückchen gerösteten Fleisches auf die Blattoberfläche so placirt, daß sie von dem wenig eingebogenen Rand des nicht gereizten Blattes berührt oder beinahe berührt werden, so rollt sich der betreffende Blattrand in der Folge so stark ein, daß die kleinen Fleischstücke von demselben weiter gegen die Mittellinie des Blattes vorgeschoben werden.

Durch dergleichen Experimente gelangt man bald zu der Einsicht, daß es zweierlei Ursachen sind, welche bei den Blättern von Pinguicula Bewegung veranlassen: einmal ist es l a n g e a n h a l t e n d e r D r u c k, wie dies z. B. deutlich zu Tage tritt, wenn man kleine Stückchen von Glas in die Nähe des Blattrandes legt; sodann aber die A b s o r p t i o n s t i c k s t o f f h a l t i g e r S u b s t a n z e n durch die Blattdrüsen.

Die Art der Bewegungs-Erscheinungen bei den reizbaren Blättern von Pinguicula läßt alsbald nicht mehr im Zweifel, wozu diese Bewegungen nützen sollen. Es ist keine Frage, daß dieselben nicht dazu dienen, um Insekten gefangen zu nehmen, sondern um gefangene Insekten beim Einrollen der Blattränder mit möglichst vielen Drüsen in Berührung zu bringen. Den Drüsen selbst, auch den langgestielten, geht jede Fähigkeit, sich gegen die Beute zu krümmen, ab. Was beim Sonnenthau (Drosera) also durch die wunderbare Einwärtskrümmung jeder einzelnen Tentakel gegen das gefangene Insekt zu Stande kommt, wird bei den Blättern von Pinguicula durch die eigenthümliche Reizbewegung des Blattrandes selbst zu Stande gebracht, nämlich der Contact der Thierleiche mit einer großen Zahl lebhaft absondernder Drüsen.

Ganz ähnlich, wie die Drüsen der Sonnenthau-Blätter das Vermögen besitzen, stickstoffhaltige lösliche Substanzen zu verdauen und in gelöster Form zu absorbiren, ganz ebenso besitzen auch die Drüsen der Pinguicula-Arten die Fähigkeit, verschiedene Stoffe aufzulösen, zu verdauen und aufzusaugen. Legt man z. B. Fliegen auf gesunde Blätter von Pinguicula, so werden in kurzer Zeit die Drüsen lebhafter abzusondern anfangen. Das Sekret ist dann sauer, wenn es diese Eigenschaft vorher auch nicht besaß. Nach einiger Zeit werden die Insekten aber so weich, daß sie bei bloßer Berührung in Stücke zerfallen und dies geschieht nachgewiesenermaßen in Folge der Verdauung und Zersetzung der Muskeln. Untersucht man etliche Tage, nachdem die Fliegen auf das Blatt gelegt wurden, die Drüsen, welche mit den verdaulichen Substanzen in Berührung standen, und vergleicht man sie unter dem Mikroskope mit solchen Drüsen des gleichen Blattes, die mit keinen organischen Körpern in Contact kamen, so stellt sich ein großer Unterschied heraus. Die einzelnen Zellen jener ersteren Drüsen sind nun mit einer körnigen, bräunlichen Substanz erfüllt, während die unberührten Drüsen, welche keine Gelegenheit hatten, zu verdauen, mit einer homogenen Flüssigkeit erfüllt sind.

Darwin hat auch über die Verdauungskraft der Pinguicula eine Reihe höchst interessanter Versuche angestellt. Von einem derselben — es ist wohl der überzeugendste von allen — berichtet er Folgendes: Drei sehr kleine Würfelchen derben Knorpels von dem Schenkelbein eines Schafes wurden auf das Blatt gelegt. Nach 10 Stunden und 30 Minuten war etwas saure Absonderung angeregt, der Knorpel erschien aber nur wenig oder durchaus nicht afficirt zu sein. Nach 24 Stunden waren die Würfel abgerundet und in der Größe bedeutend reducirt; nach 32 Stunden waren sie bis zu ihrem Mittelpunkt hinein erweicht und einer war vollständig verflüssiget; nach 35 Stunden waren nur noch Spuren festen Knorpels vorhanden, und nach 48 Stunden konnte eine Spur davon noch immer durch eine Lupe in nur einem derselben gesehen werden. Nach 82 Stunden waren nicht bloß alle drei Würfel vollständig verflüssiget, sondern das ganze Sekret war absorbirt und die Drüsen trocken geworden.

Ebenso gelang es, den Nachweis zu leisten, daß unter günstigen Umständen kleine Stückchen gerösteten Fleisches oder kleine Würfel festen Eiweißes vollständig aufgelöst und resorbirt werden.

Aehnliche Experimente wurden mit verschiedenem Erfolg an einer Menge lebender Fettkräuter vorgenommen und zwar mit Benutzung von Fibrin, Caseïn, abgerahmter Milch, kohlensaurem Ammoniak, mit Blüthenstaub verschiedener Pflanzen, mit Blattstückchen von Spinat, Kohl, Steinbrecharten, mit ganzen Blättern von einer Heidekrautart und mit Samen verschiedener Pflanzen, wobei sich herausstellte, daß durch alle diese organischen Körper, die gelegentlich in freier Natur auf die Blätter von Pinguicula gelangen, starke Absonderung und theilweise Verdauung veranlaßt wird.

Das Fettkraut ist somit nicht ein ausschließlicher Fleischfresser, sondern ein Omnivor, der nebst thierischen Substanzen auch Gemüse nicht verschmäht.

Es ist erstaunlich, mit welch' geringen Mitteln die Natur auch hier die wunderbarsten Effekte hervorbringt. Bis vor Kurzem hat kein Pflanzenkundiger geahnt, daß in den anscheinend so harmlosen Pinguicula-Arten so mörderische Gewohnheiten stecken. Diese Pflänzchen gedeihen vorwiegend an constant feuchten und unfruchtbaren Stellen. Binsen und Riedgräser sind oft ihre einzigen Nachbarn; am schilfbewachsenen Seeufer

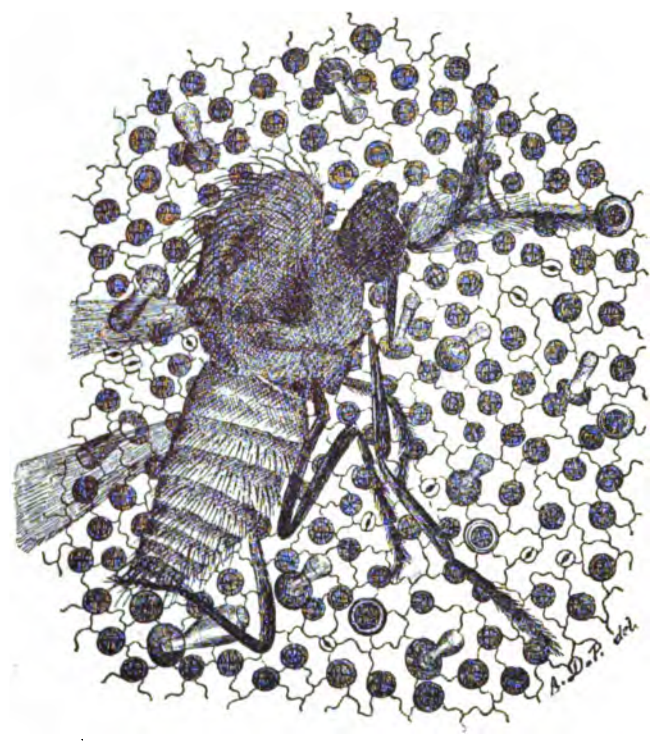


Fig. 12. Eine Gallmücke (Cecidomyia) in halbverdautem Zustande, auf der Oberseite eines jungen Blattes von Pinguicula vulgaris. Nach der Natur gezeichnet 17. Juni 1879. Vergrößerung 87. Das kleine hier dargestellte Stück der Blatt-Oberseite zählt nicht weniger als circa 150 sitzende und gestielte, lebhaft secernirende Drüsen.

gedeihen sie herrlich zwischen den feuchten Trümmern einer abgestorbenen Pflanzen- und Thierwelt. Aber sie verstehen es ganz vorzüglich, kleine Insekten, vorwiegend Mücken und Fliegen von geringen Dimensionen anzulocken und festzuhalten. In der stärksten Sonnenhitze schimmert die ganze blaßgrüne Blattrosette vom feuchten Glanz der Drüsenflüssigkeit. Jeder Quadrat-Centimeter, eine Fläche von der Ausdehnung des Zeigefingernagels, trägt dort nicht weniger als 25,000 mikroskopisch kleine absondernde Drüsen, die alle bereit sind, jeden Augenblick die harmlose kleine Mücke, die sich auf der schimmernden Blattfläche niederlassen will, zu vergiften und aufzuzehren. Die kleine Pflanze mit ihren 6—9 zungenförmigen Blättern wendet dem Sonnenlichte nicht weniger als 500,000—800,000 hungernde Drüsen entgegen. Dutzende von kleinen Mücken, Fliegen, ja sogar Ameisen, kleine Käfer, Larven, Spinnen und kleine Motten fallen einem einzigen Pflänzchen zum Opfer (Fig. 12). Wie groß wird die Zahl dieser Thieropfer sein, wenn auf einer Ausdehnung von nur 100 Quadratmetern etliche tausend Pinguicula auf Beute lauern!

Und diese Pflanzen sind nicht allein die Feinde der lebenden Insekten; sie bekämpfen sich auch unter einander, gegenseitig. Man sieht selten zwei oder drei Exemplare von Pinguicula dicht neben einander stehen, und wo dieses der Fall ist, da sind sie kümmerlicher entwickelt, als dort, wo sie vereinzelt stehen. Das erklärt sich leicht und gilt für unzählige andere Pflanzen ebenfalls; aber bei letzteren kommt die Concurrenz im Bereich der Wurzeln in Betracht, während bei Pinguicula das Wurzelwerk sehr schlecht entwickelt ist und von einem Wettbewerb um die aus dem Boden aufzunehmenden mineralischen Nährstoffe nicht die Rede sein kann. Der Kampf um's Dasein zwischen den benachbarten Stöcken von Pinguicula concentrirt sich fast ausschließlich auf den Wettbewerb um die als Nahrung dienenden Insekten. Da die Blattrosette eines Fettkrautes an seinem Standort die ganze Unterlage bedeckt, so ergibt sich, daß hier selten ein lebendes Insekt zwischen den als Magen fungirenden, geöffneten Blättern durchzukommen vermag. Jede Pinguicula säubert an ihrer Stelle den Platz vollkommen von

Insekten und je weiter der Abstand zwischen den einzelnen Fettkraut-Exemplaren, desto größer ist für die letztern die Wahrscheinlichkeit einer reichen Beute. In diesem Sinne verhalten sich unsere fleischfressenden Pflanzen ähnlich wie in der Fauna eines jeden Landes die Raubthiere. Der Kampf um's Dasein ist in beiden Fällen derselbe.

Wir verlassen den Standort unserer Pinguicula und suchen den Torfsumpf auf. Ueber den lauen Wassertümpeln liegt feierliche Stille. Nur einige summende Bienen musiciren bald nah, bald fern. Aber Leben regt sich geschäftig an allen Enden. Auf dem glatten Wasserspiegel treiben sich munter die Schwimm- und Tauchkäfer, sowie die langbeinigen Sumpfwasserläufer umher, während unter dem hellen Spiegel die Wasserschnecken und zahllose kleinere Thiere verschiedener Klassen ihr geheimnißvolles stilles Wesen treiben. Aus dem schwarzen torfigen Grund des Sumpfes erhebt sich eine feenhafte Welt zierlicher Wasserpflanzen: starre Armleuchtergewächse (Chara hispida und Ch. fœtida), das tiefgrüne Hornkraut (Ceratophyllum) mit den gabelig verzweigten Blättern, die bloß aus den Blattrippen zu bestehen scheinen, das elegante Tausendblatt (Myriophyllum), welches in vielfacher Verzweigung die schlanken Lianen tropischer Urwälder nachahmt. Und mitten unter diesen träumerischen Gestalten der unterseeischen Pflanzenwelt wieder ein „harmloses" Gewächs, das mit gutem Grund ebenfalls in den Ruf einer „Fleischfressenden" gekommen ist:

Das gemeine Schlauchkraut — Utricularia vulgaris.

Der Leser findet dieses interessante Sumpfgewächs mit seinen schlanken Zweigen und seinen zarten getheilten Blättern (zum größten Theil unter Wasser getaucht) auf unserer Sumpflandschaft rechts im Vordergrunde abgebildet; einzig der Blüthenschaft ragt ziemlich hoch über dem Wasserspiegel empor. Diese Pflanze gehört in die gleiche natürliche Familie wie die oben besprochene Gattung Pinguicula. Das gemeine Schlauchkraut entbehrt der Wurzeln vollständig. Es fußt mit seinem ältesten schlanken Stengeltheil im Schlamm des Torfgrundes. Der Stengel selbst ist fadenförmig und trägt ebenso schlanke Zweige, die sich so beträchtlich verlängern, daß sie alsbald den Wasserspiegel erreichen, woselbst sich die Verzweigungen wiederholen können, bis sie schließlich einen kleinen, fluthenden, untergetauchten Urwald bilden. Stengel und Zweige tragen in regelmäßigen Abständen vielfach verzweigte, fein zerschlitzte Blätter, die an älteren Stengeltheilen weit von einander abstehen, gegen die Spitze hin aber dicht gedrängt erscheinen, so daß die oberen und jüngsten Stengeltheile (selbstverständlich auch die den Stengel wiederholenden Aeste) ein walzenförmiges Aussehen erhalten, ungefähr wie der dichtbehaarte Schwanz unserer Hauskatze. Die Stammspitze erscheint durch die dort nach allen Seiten ausstrahlenden, jungen, hellgrünen Blätter dicht rosettig abgerundet. Im äußern Habitus erinnert das gemeine Schlauchkraut stark an das in nächster Nähe wachsende, ebenfalls untergetauchte Tausendblatt (Myriophyllum), das wegen seines eleganten Wuchses bei uns häufig in Zimmer-Aquarien cultivirt wird, aber keineswegs zu den fleischfressenden Pflanzen gehört.

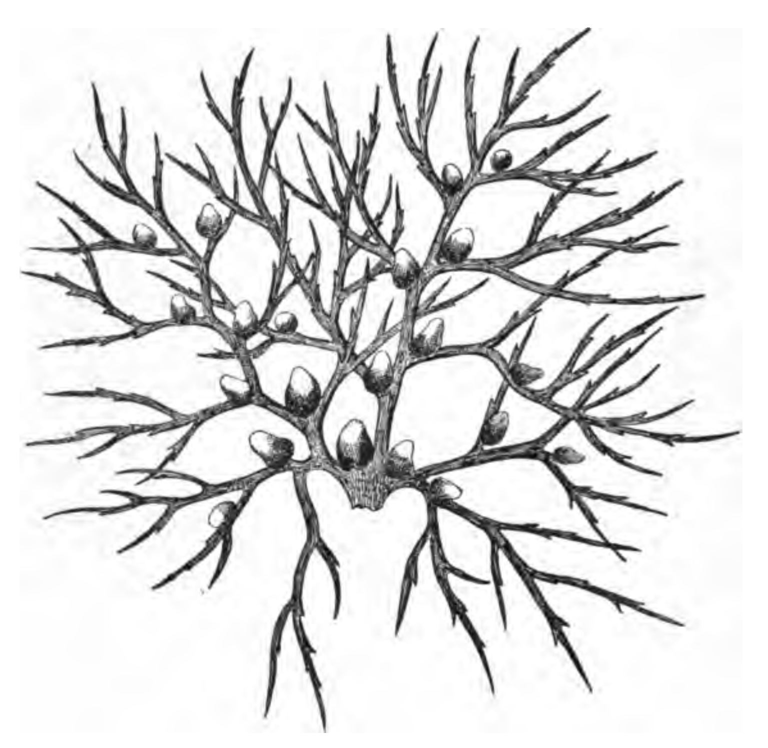


Fig. 13. Ein junges Blatt von Utricularia vulgaris, mit 21 noch nicht völlig ausgewachsenen Blasen, letztere alle von der Rückenseite gesehen. Vergr. 6.

Ich habe in Fig. 13 ein junges Blatt des gemeinen Schlauchkrautes in 6-facher Vergrößerung dargestellt. Der Gesammtumriß desselben ist herzförmig. Der Blattstiel fehlt und die Blätter sitzen folglich unmittelbar am schlanken Stengel und scheinen eigentlich nur aus dem Aderwerk zu bestehen. In der botanischen Terminologie nennt man ein derartiges Blatt „mehrfach zerschlitzt" oder auch „wiederholt fiederschnittig". Die einzelnen Blattabschnitte endigen nach wiederholter Gabelung in feine, mit entfernten Zähnen besetzte Spitzen. Für unsern vorliegenden Zweck sind aber die wichtigsten Blatttheile die kurzgestielten blasenförmigen Anhänge, welche an den Hauptzweigen des Blattes sitzen. Sie sind die unheilbringenden Fallen, in welchen Hunderte von kleinen Wasserthieren gefangen werden und dem Verderben anheimfallen.

Man hat bis in die neueste Zeit sich über die Aufgabe oder die physiologische „Mission" dieser Blasen gestritten. Die landläufigste Meinung über den Zweck derselben ging dahin, daß die ganze Pflanze mit Hülfe dieser Blasen schwimme. Man findet nämlich schon frühzeitig, ehe die blasenförmigen Krüge ihre endgültige Größe erreicht haben, Luft in denselben. In der That kommen im Frühjahr oder bei beginnendem Sommer die aus den perennirenden und im Schlamm überwinternden Knospen hervorgehenden jungen Pflanzen mit ihren frischen Trieben alsbald an die Wasseroberfläche, indem sie von den zahlreichen, lufterfüllten Krügen emporgehoben werden. Nun ist allerdings sehr wahrscheinlich, daß jene Krüge auch in diesem angedeuteten Sinne der Pflanze nützen; aber gleichzeitig deutet die ganze Einrichtung derselben darauf hin, daß sie zugleich speciell dem Fange kleiner Wasserthiere in fast boshaft raffinirter Weise angepaßt sind. Die e i n e Funktion schließt die a n d e r e nicht aus, wie auch anderswo häufig ein und dasselbe Organ zwei oder mehreren physiologischen Funktionen gleichzeitig dienen kann. Wir haben also keinen Grund, die Bedeutung der krugförmigen Blasen bei den Schlauchkräutern für die eine oder die andere Funktion in Abrede zu stellen, und die Verfechter der alten Deutung haben Unrecht, wenn sie einseitig gegen

die thatsachsächlich begründete neue Auffassung Front machen. Es ist auch constatirt worden, daß das Schlauchkraut zu schwimmen vermag ohne alle und jegliche Hülfe von Seite dieser vorgeblichen Schwimmblasen. Schneidet man nämlich die letzteren weg und wirft man hernach die Pflanze in's Wasser, so schwimmt sie auch ohne die Krüge.

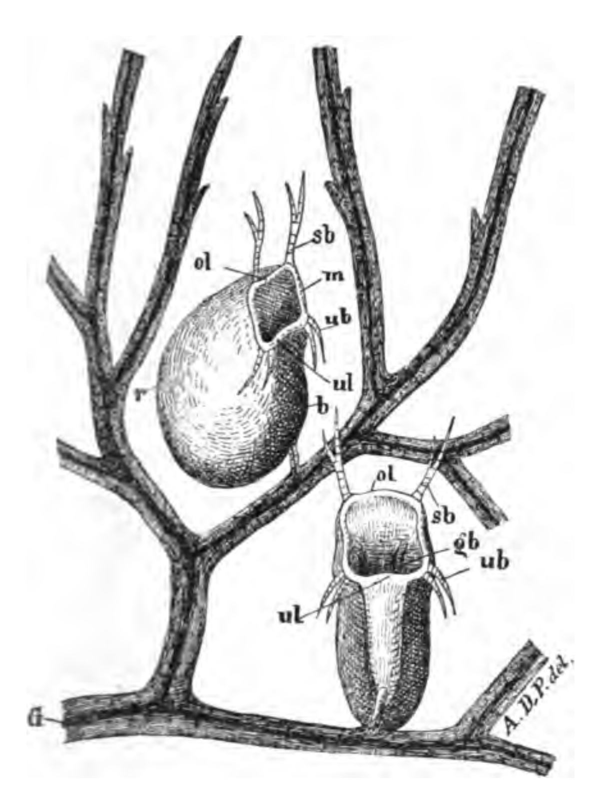


Fig. 14. Theil eines andern, ausgewachsenen Blattes mit zwei erwachsenen Krügen Der eine Krug (links oben) von der Seite, der andere (rechts unten) von der Bauchseite gesehen. Vergr. 16.

Die ausgewachsenen Blasen des gemeinen Schlauchkrautes sind seitlich zusammengedrückt und haben eine beinahe linsenförmige Gestalt, wie aus Fig. 14 hervorgeht. Zum bessern Verständniß bezeichnen wir die eine Seite des blasenförmigen Kruges mit „Bauchseite" (b in Fig. 14), die entgegengesetzte Seite r mit „Rückenseite".

Betrachten wir die Blase von der Seite (siehe den Krug links oben in Fig. 14), so finden wir die Rückenseite stärker gebogen und länger, als die Bauchseite, welch' letztere im untern Theil den kurzen Stiel der Blase trägt. Am obern Theil der Bauchseite b bemerken wir eine rundliche oder beinahe viereckige Oeffnung mit dem Mundrand m, der Oberlippe o l und der Unterlippe u l. Zu beiden Seiten der Oberlippe sehen wir zwei verzweigte Schnurrbartborsten s b, während die Unterlippe mit einfacheren, unverzweigten Borsten behaftet ist (u b). Betrachten wir die Blase von der Bauchseite, so wie sie rechts unten in Fig. 14 zu sehen ist, so bemerken wir innerhalb der Mundöffnung eine Art Vorhof zur eigentlichen Blasenhöhle; wir bezeichnen diesen Vorhof mit „Mundhöhle". Diese letztere ist nach Hinten, gegen den rückensichtigen Theil des Blasenhohlraumes durch eine Art Vorhang abgegrenzt, welcher dicht unter der Oberlippe seinen Anfang nimmt, in schräger Richtung nach Unten und Hinten verläuft und mit seinem untern Rande lose auf dem obern Rande eines kinnladenartigen Gewebewulstes innerhalb der Unterlippe aufliegt. Dieser verhängnißvolle Vorhang (gg' in Fig. 15) wird Gaumen genannt.

Durch einen leisen Stoß, von der Mundhöhle aus kommend, öffnet sich der untere Rand des vorhangähnlichen Gaumens derart, daß kleine Wasserthierchen zwischen demselben und der Kinnlade k l (Fig. 15) durchschlüpfen und in's Innere der Blase gelangen können, ohne jemals Aussicht zu haben, auf demselben Wege wieder zurück- und zur Freiheit zu gelangen, da sich der Gaumen von Innen wie eine Klappe an die Kinnlade andrückt.

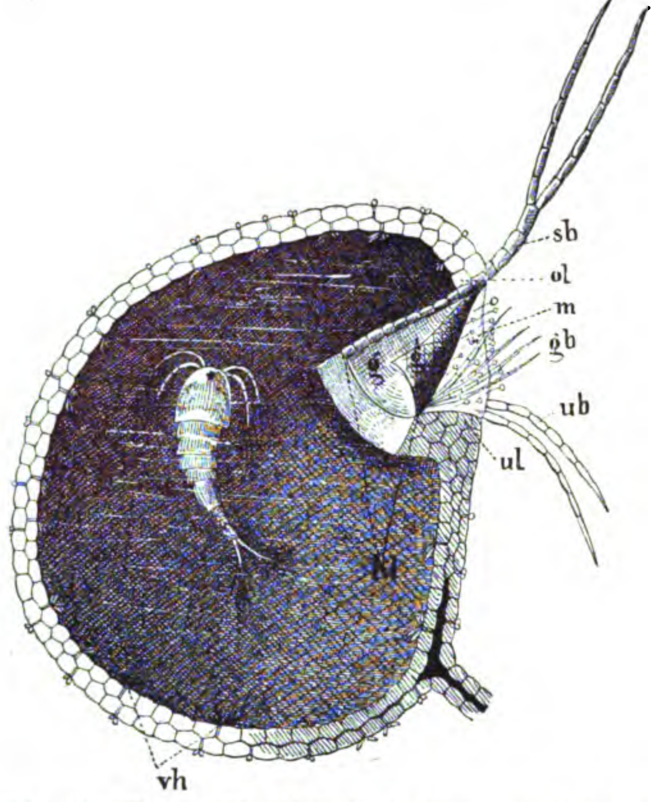


Fig. 15. Medianer Längsschnitt durch eine ausgewachsene Blase von Utricularia vulgaris.

Der Schnitt ist so geführt, daß die Blase in zwei symmetrische Hälften getheilt wurde. Die Schnitt-Ebene geht durch die Axe des Blasenstieles. Es kommt also der Innenraum der linken Blasenhälfte zur Ansicht. Vergrößerung circa 22.

sb — Schnurrbartborsten. ol — Oberlippe. m — Mundhöhle. gg' — Gaumen. gb — die vier Gaumenborsten.

kl — oberer Rand der Kinnladenhälfte, auf welchem der untere Rand des Gaumes lose aufliegt. Vom Gaumen ist mehr als die linke Hälfte dargestellt. Bei g' ist ein Theil der rechten Gaumenhälfte wie ein Vorhang zurückgeschlagen.

ul — Unterlippe. ub — Borsten der Unterlippe.

vh — viertheilige Haare, welche die Innenwand der Blase auskleiden. Im Centrum der Blase schwimmt ein lebender Cyclop (in Gefangenschaft). — Nach Ferd. Cohn.

Durch diese raffinirt angelegte Vorrichtung erweist sich die Blase des Schlauchkrautes im eminentesten Sinne des Wortes als eine Thierfalle, die für alle ihre Opfer zur Hölle wird. „Voi chi entrate, lasciate ogni speranza." — Der einäugige Cyclop, den wir in der Blase eingeschlossen sehen, hat beim Eintritt die Mundhöhle passirt, etliche Mal mit seinem dicken Kopf von Außen an den untern Theil des Vorhanges angestoßen, denselben wie eine nach Innen sich öffnende Klappe von dem Rand der Kinnlade (k l) abgehoben und dadurch sich Weg gebahnt in den Rachen des Todes. Da gibt's keinen Ausweg mehr. Der Cyclop sieht sich eingeschlossen zwischen die Wände einer Thierfalle, die selbst große Aehnlichkeit hat mit einem kleinen Krustenthier. Die Blasen-Wandung besteht in ihrer größten Ausdehnung nur aus zwei Zellschichten, die in dem medianen Längsschnitt auf Fig. 15 nur als eine doppelte Zellreihe erscheinen. Aus der Wandung heraus ragen in's Innere der mit Wasser erfüllten Blase eine Menge von vierarmigen kurzen Haaren (vh Fig. 15), bei denen je zwei Arme etwas länger als die beiden andern sind, während die äußere Oberfläche der Blase reichlich versehen ist mit sehr kleinen zweiarmigen Haaren. Jene ersteren, die Innenfläche auskleidenden viertheiligen Haare besitzen die Fähigkeit, in Zersetzung begriffene Stoffe thierischer Körper aufzunehmen und an die Zellgewebe der Blasenwand abzugeben. Die Zellen der letztern enthalten nebst einem wässerigen Inhalt auch reichlich Chlorophyllkörner, die innere Zellschichte ist in älteren Zuständen auch mit einem blauen Farbstoff ausgestattet. Wenn daher die Blasen des Schlauchkrautes noch

frisch und funktionsfähig sind, so erscheinen sie dem unbewaffneten Auge hell grasgrün; in älteren Zuständen sind sie dagegen dunkel gefärbt und dies um so mehr, wenn sie vollends zum größten Theil mit Luft erfüllt sind. Auch die Innenseite der Kinnlade, die der Blasenhöhle zugekehrt ist, trägt einen dichten Flaum langer, cylindrischer Haare, welche in die Centralhöhle hineinragen. Ebenso ist die Wandung der ganzen Mundhöhle (außerhalb des Gaumenvorhanges) von längern und kürzern Haaren besetzt, welche wie Darwin vermuthet, wahrscheinlich ebenfalls die Fähigkeit besitzen, faulende Substanzen aufzunehmen.

Aus der Mundöffnung heraus ragen sodann 2 × 2 lange, je aus einer einfachen Zellreihe bestehende Kegelborsten, die vom untern Rande der äußeren Gaumenfläche entspringen (gb in Fig. 15). Nehmen wir nun noch die zwei verzweigten großen Schnurrbartborsten (sb) und die 2 × 2 an der Unterlippe entspringenden einfachen Borsten hinzu, so ergibt sich eine äußerst vielgestaltige Bewaffnung des Blaseneinganges. Daß alle diese unscheinbaren kleinen Organe für die Pflanze nicht nutzlos sein können, muß schon aus der Gesetzmäßigkeit ihres Auftretens und aus der Regelmäßigkeit ihrer Entwicklung geschlossen werden. Die neuere Pflanzen-Physiologie hat den Beweis angetreten für jene Behauptung, daß selbst die mikroskopischen Pflanzenhaare eine große physiologische Bedeutung haben. Bisher hat man die unscheinbaren Bekleidungsorgane (Trichome), wie Haare, Drüsen, Papillen, Schuppen 2c., fast wie zufällige Gebilde eines launenhaft schaffenden Bildungstriebes angesehen. Aber bei der Prüfung der Lehre von der Zuchtwahl im Kampf um's Dasein hat sich in Tausenden von Beispielen ergeben, daß das Wohl und Weh, das Gedeihen und der Untergang des Individuums und der Species ebensowohl von unscheinbaren, anscheinend zufälligen, kleinsten Organen abhängig ist, als von der normalen Entwicklung und Funktion der großen, augenfälligen Organe oder Organgruppen. Gerade die fleischfressenden Pflanzen sind es, welche über die Bedeutung der Trichome so staunenerregenden Aufschluß geben.

Die Thatsache, daß in den Blasen verschiedener Schlauchkrautarten sehr häufig todte, oft auch lebende kleine Wasserthiere angetroffen werden, gab den ersten Anstoß zu einer Reihe von gewissenhaften Untersuchungen, deren Endresultat in dem Nachweis besteht, daß alle mit Blasen ausgestatteten Species der Gattung Utricularia in der That ganz besonders für den Fang von kleinen Thieren eingerichtet sind. Wie zahlreich die Opfer dieser Thierfallen beim Schlauchkraut sein können, geht aus folgenden Thatsachen hervor:

Ein Sohn von Charles Darwin untersuchte z. B. 17 Blasen von Utricularia neglecta, einem in England vorkommenden Schlauchkraut, und fand in 8 Blasen kleine im Wasser lebende Krustenthiere, wozu unter andern auch der in Fig. 15 abgebildete Cyclop gehört, sodann in drei andern Blasen Insektenlarven, von denen noch eine lebend war; endlich enthielten die sechs übrigen Blasen sehr stark zersetzte Ueberreste von Thieren, deren Natur nicht mehr bestimmt werden konnte.

Von fünf andern Blasen enthielt die eine 4, die andere 5, die dritte 8, die vierte 10 Krustenthiere, während die fünfte Blase eine einzige langgestreckte Larve enthielt.

Professor Dr. Ferdinand Cohn versetzte eine lebende Pflanze der gemeinen Schlauchkrautart (U. vulgaris), die längere Zeit in einem Aquarium gezüchtet wurde, wo es fast ganz an kleinen Wasserthieren fehlte, in anderes Wasser, worin sich viele

kleine Krustenthiere aus der Gattung Cypris umhertrieben: nach 12 Stunden zeigte es sich, daß fast in sämmtlichen Blasen sich lebende Crustaceen gefangen hatten, die unruhig in den Gefängnissen umherschwammen, ohne irgend einen Ausweg zu finden. Es waren die gefangenen Thiere meistens Cypris-Krebschen und zwar in allen möglichen Entwicklungsstadien und Altersstufen, oft zwei und mehrere in einer und derselben Blase eingeschlossen. Aber es fanden sich auch noch andere Gefangene, so z. B. Süßwasserwürmer aus der Gattung Naïs, ferner kleine Planarien; dann fehlten auch nirgends die Räderthierchen, Infusorien, Wurzelfüßler (Rhizopoden), die so häufig in Pfützen angetroffen werden. „Einzelne reich belebte Blasen, in denen sich mitunter bis sechs lebende Krustenthiere neben verschiedenen anderen Thierchen vorfanden, konnten geradezu als eine kleine Menagerie der im Wasser lebenden mikroskopischen Fauna gelten. Cohn beobachtete diese Menagerien mehrere Tage hinter einander und fand, daß die größern Thiere innert sechs Tagen starben und unter Zurücklassung der Chitinskelette aufgelöst wurden.

Ich habe oben gezeigt, wie diese Wasserthiere den verhängnißvollen Vorhang zu ihrer Hölle passiren. Wir haben gesehen, daß der untere Rand des Gaumen-Vorhanges genau auf den Rand der Kinnlade (kl in Fig. 15) paßt. Darwin's Sohn sah bei der mikroskopischen Untersuchung der Blasen einmal einen kleinen Kruster aus der Gattung Daphnia (Wasserfloh), welcher einen seiner Antennen in den Schlitz zwischen dem untern Gaumenrand und der Kinnlade gesteckt hatte. Dieser unvorsichtige Wasserfloh wurde dadurch während eines ganzen Tages festgehalten, ganz ähnlich, wie wenn eine Katze mit ihren Schnauzborsten zwischen dem Thürpfosten und der genau schließenden Thüre festgehalten würde.

Auch Amerika hat seine Schlauchkraut-Arten, aber auch gelehrte Damen, welche diese Pflanzen genau zu beobachten verstehen. So hat z. B. Fräulein Treat in New-Jersey über die dort lebenden Utricularieen Untersuchungen angestellt, deren Resultate — in der „New-York Tribune" veröffentlicht — großes Interesse erweckten. Sehr anziehend ist ihre Schilderung der Dummheit jener in Gefangenschaft gerathenden Wasserthiere, die sie häufig in den Blasen des Schlauchkrautes wahrnahm. Auch dort ward ein kleiner Wasserkruster aus der Gattung Cypris das Opfer des Schlauchkrautes. Indessen scheint es unter den Thieren dieser Gattung doch auch „Intelligenzen" zu geben. „Eine Cypris war ganz schlau, wurde aber dessenungeachtet häufig gefangen. Kam sie bis an den Eingang der Blase, dann hielt sie für einen Augenblick still und schoß dann hinweg; andere Male kam sie ganz nah heran und wagte sich selbst eine Strecke weit in den Eingang hinein, kehrte aber zurück, als ob sie sich fürchtete. Eine andere, unbedachtsamere, öffnete die Thüre (den Gaumen-Vorhang) und ging hinein; sobald sie indessen drin war, zeigte sie Unruhe, zog dann ihre Füße und Antennen ein und schloß ihre Schaale."

Fräulein Treat hat auch konstatirt, daß jene in New-Jersey lebende Utricularia clandestina nicht allein eine große Zahl von Krustenthieren fängt, sondern zumeist zarte gestreckte Mückenlarven, die oft 24—36 Stunden lang in der Gefangenschaft leben, dann aber zu Grunde gehen.

Am frappantesten sind die Resultate der Untersuchung einer kleinen englischen Schlauchkraut-Art (U. minor), deren Blasen sehr viel kleiner sind, als diejenigen unseres gemeinen Schlauchkrautes. Darwin hat in einer einzigen kleinen Blase nicht weniger

als 24 kleine Süßwasser-Krustenthiere gefunden, von denen aber meist nur noch die leere Schaale vorhanden war. Eine zweite Blase enthielt 20, eine dritte 15, eine vierte 10 größere und kleinere Kruster; eine fünfte Blase schien von Krustenthieren ganz vollgepfropft zu sein und enthielt 7 Thiere, von denen 5 von bedeutender Größe waren.

Ebenso wurden südamerikanische, malayische und indische Schlauchkraut-Arten nach dem Inhalt ihrer Blasen untersucht: bei allen stellte sich heraus, daß die Krüge der Utricularia-Arten unzweifelhafte Thierfallen sind, in welchen unzählige kleine Thiere das Ende ihrer Pilgerfahrt erreichen.

Da die Schlauchkräuter zur gleichen natürlichen Familie gehören, wie die Fettkräuter (Pinguicula), so lag die Vermuthung sehr nahe, daß die Blasen von Utricularia die zahlreichen Thierchen, welche ihnen zur Beute fallen, in ähnlicher Weise verzehren, wie Pinguicula. Allein durch zahlreiche Experimente gelang es nachzuweisen, daß jene Blasen ihre Beute nicht verdauen. Jeder eigentliche Verdauungsproceß setzt die Absonderung einer dem Magensaft der Thiere ähnlichen Flüssigkeit voraus. welche die Fähigkeit besitzt, organische feste Substanzen aufzulösen und zur Absorption fähig zu machen. Die Absonderung hinwieder kann nut durch besondere Organe geschehen, wie wir beim Sonnenthau und beim Fettkraut (Drosera und Pinguicula) gesehen haben, wo auch wirkliche Verdauung stattfindet. Bei Utricularia fehlen aber absondernde Drüsen oder Drüsenhaare; es fehlt auch jede Absonderung einer dem Magensaft ähnlichen Flüssigkeit. Wohl sind die Blasen des Schlauchkrautes im Innern ausgestattet mit zahlreichen vierarmigen Trichomen, jenen gesetzmäßig vorhandenen Haargebilden (v. h. Fig. 15); allein diese vermögen nicht, einen Verdauungsproceß einzuleiten, sondern sie besitzen nur die Fähigkeit, Stoffe aus den zerfallenen Thierleichen zu absorbiren.

Auch hier wurde die Einwirkung der aufzunehmenden Stoffe auf die sonderbaren Haare in einer Veränderung des plasmatischen Inhaltes der Haarzellen constatirt. Letztere sind in jenen Blasen, die noch nie Thiere gefangen haben, hell, von durchscheinender Flüssigkeit erfüllt. Werden sie aber z. B. mit einem fauligen, übelriechenden Aufguß von rohem Fleisch benetzt, so erkennt man schon nach 24 Stunden in den Zellen der vierarmigen Haare sehr kleine, zahlreiche kugelige Massen, die ohne Zweifel aus zusammengeballten, eiweißartigen Substanzen bestehen. Jene Haare besitzen ganz evident das Vermögen, Substanz von irgend welcher Art aus dem faulenden Aufguß von rohem Fleisch zu absorbiren; nicht weniger gewiß ist die Fähigkeit derselben, kohlensaures und salpetersaures Ammoniak aufzunehmen und Substanz aus Harnstoff zu absorbiren.

Es ergibt sich also nach den bisherigen Untersuchungen über die Schlauchkräuter mit Sicherheit, daß die zahlreichen Blasen, die an vielblättrigen Exemplaren zu Hunderten vorhanden sind, als Thierfallen fungiren und die Fähigkeit haben, stickstoffhaltende Substanzen aus den zerfallenen Thierkörpern aufzunehmen. Unser gemeines Schlauchkraut, das kaum in einem größeren Torfmoor Deutschland's und der Schweiz fehlen dürfte, ist für das Fangen kleiner Wasserthiere ganz wundervoll angepaßt. Dank dieser Organisation wird ein einziges Individuum von Utricularia an einem heißen Sommertag, da unzählige Cyclopen, kleine Cypris-Krebse und hunderterlei andere Wasserthierchen

harmlos im Dickicht der unterseeischen Schlauchkrautwälder ihr Wesen treiben, Tausende von lebenslustigen Kreaturen verschlingen.

So gestaltet sich der Einblick in die sonntagsstillen Torftümpel mit ihrer von menschlicher Cultur unberührten, von lauem Sumpfwasser umspülten Flora und Fauna zu einem wunderlichen Zerrbild paradisisch-unschuldigen Stilllebens. Man hat uns gesagt, die Welt sei vollkommen und schuldlos überall, wo der Mensch nicht hinkomme mit seiner Qual. Aber die unparteiische und vorurtheilslose Naturbetrachtung belehrt uns eines Bessern. Auch die Urwelt des Sumpfes birgt heimtückische Mörder und grausame Verräther. Ueber der Erde lauert der stille Glanz des Sonnenthau und die bestrickende Einfachheit der Pinguicula; unter den ruhigen Wassern aber — auch da ist keine Freistatt für all' das gehetzte und hetzende Gethier und Gewürm. Und oben im blauenden Luftmeer kreist der Geyer und der Sperber — die wahren Symbole des thatsächlichen Naturfriedens.

C. Einige weitere ausländische Fleischfresser.

Von den zahlreichen andern Pflanzen-Gattungen und Arten, die in dem Geruch der Insektenfängerei stehen, haben wir zum Schlusse unseres Excurses noch einige fremdländische Formen herauszuheben, um in Wort und Bild das Wissenswertheste zusammenzustellen, was bis jetzt von ihnen bekannt geworden ist. Es sind Repräsentanten der Gattungen Nepenthes, Cephalotus, Sarracenia und Darlingtonia. Bei allen diesen Pflanzen zeigen die grünen Blätter so bizarre Formen und Farbenzeichnungen, daß sie lange bevor die Botschaft von der Existenz fleischfressender Pflanzen in die wissenschaftliche Welt einzudringen vermochte, Gegenstände sorgsamer Pflege und botanischer Liebhabereien waren. In der That begegnen wir auch hier wieder ganz traumhaften Gestalten, die uns als launenhafte Produkte einer übersprudelnden Phantasie erscheinen müßten, wenn es nicht gelingen würde, hinter ihren Formen die physiologische Nothwendigkeit zu erkennen.

Nepenthes — Kannenträger.

Die Gattung Nepenthes enthält etliche dreißig bis jetzt bekannt gewordene Arten und bildet für sich eine besondere natürliche Pflanzen-Familie. Sämmtliche Nepentheen sind im tropischen Asien und auf Madagaskar einheimisch. Sie bewohnen meistens sumpfige und morastige Gegenden, verhalten sich also in der Auswahl ihrer Standorte ähnlich, wie unsere Sonnenthau-Pflanzen. An Größe überragen sie aber die Droseraceen um das Mehrfache, indem sie Halbsträucher — oft mehrere Fuß hoch — darstellen.

Die schönst-entwickelten Blätter der Nepenthes-Arten besitzen einen beträchtlich langen Stiel, der in seinem untern Theil geflügelt ist und daher einem lanzettförmigen parallelnervigen Blatt gleichsieht. Weiter oben verlängert er sich in ein stielartiges,



Fig. 16. A. Nepenthes destillatoria. ♂ männliche, ♁ weibliche Blüthe.
B. Nepenthes gracilis.

cylindrisches Organ, das bei beträchtlicher Länge oft 1—2 spiralige Windungen beschreibt, ganz oben aber in einen bierkrugartigen Schlauch sich erweitert. Dieser oberste Blatttheil erweckt unser größtes Interesse; denn sein „Zweck“ und seine Function blieben bis vor Kurzem Räthsel und Gegenstand mancherlei abenteuerlicher Sagen.

Bei gutentwickelten Krügen findet sich am Rand der (obern) Oeffnung ein genau passender Deckel angeheftet, der bald abgehoben, bald den Krug abschließend angetroffen wurde. Er scheint sich also wie in einem Charnier auf- und niederbewegen zu können, wie der Deckel irgend eines anständigen „Bierkrügels“. Jener repräsentirt die eigentliche Blattspreite (das, was man schlechtweg als „Blatt“ bezeichnet), während der viel größere Krug als ein metamorphosirter Theil des Blattstieles zu betrachten ist.

Diese wunderlichen Gebilde sind es, welche seit langer Zeit den braven academischen Bürgern das lebhafteste Interesse für die Nepenthes-Arten abgewonnen haben. Eine einzige Pflanze mit 6—10 lebendigen gestielten Stammgläsern! Wer könnte sich neidischer Anwandlungen erwehren? — Ja, die Kannenträgerpflanzen sind beliebte

Studien-Objekte geworden. Die Freundschaft zwischen dem Academiker und der still-vergnügten Nepenthes überdauerte in der Regel auch die Studentenzeit. Selbst die Professoren fanden in den eigenthümlichen asiatischen „Schönen“ dieses Genus noch sympathische Erscheinungen. Von den armen Privat-Dozenten könnte Aehnliches gesagt werden, wenn bei ihnen nicht der Durst nach Ruhm und Namen denjenigen nach „Bierkrügeln“ überwuchern müßte.

Da alle Botaniker, welche diese seltsamen Gewächse in den tropischen Sümpfen von Asien und Madagaskar angetroffen haben, übereinstimmend berichteten, daß die Blattstielkrüge auf ihrem Grund eine beträchtliche Menge klarer Flüssigkeit enthalten, so lag der Schluß sehr nahe, daß diese Krüge speciell dem Zwecke dienen, eben jene Flüssigkeit im Depot zu halten. Dann aber drängte sich die Frage auf: woher kommt die Flüssigkeit im Grund des Kruges und wozu dient sie? — Hier gingen nun die Ansichten und die Berichte der Gelehrten auseinander. Während die Einen behaupteten, daß zur Nachtzeit die langgestielten Krüge in's Sumpfwasser tauchen und bei Tagesanbruch wieder — aber in ganz oder zum Theil gefülltem Zustande — emporgehoben werden in die tropisch-warme Luft, um den Wasservorrath bei Tag zu verdunsten, so berichteten Andere im Gegentheil, daß die Blätter keineswegs solche sinnreiche Bewegungen ausführen, sondern daß die Krüge selbst in ihrem Innern die Flüssigkeit absonderten. Ueber den Nutzen, oder gar über die physiologische Nothwendigkeit solcher Gewohnheiten konnten sich weder die Einen noch die Andern klar werden. Manche behaupteten sogar, daß die in den Krügen angetroffene Flüssigkeit schmackhaft und für den Menschen genießbar sei und wohl in weiser Absicht hier aufbewahrt werde, um gelegentlich botanisirende Menschenkinder zu erfrischen. Aber wir wissen heute, daß keine Pflanze und kein Thier einem andern Organismus zu liebe Kraft verwendet, wenn nicht für diese Pflanze oder dieses Thier selbst — also für den Wohlthäter — eigener Vortheil erwächst.

Somit blieb die Physiologie der Nepenthes-Krüge ein ungelöstes Räthsel bis zu der Zeit, da durch die Kunde von den fleischfressenden Pflanzen ein neues Kapitel in die botanische Wissenschaft hineingeschoben wurde. In Folge der diesbezüglichen Darwin'schen Untersuchungen kam auch Licht in das Problem der Kannenträger-Pflanzen. Hier trat namentlich Hooker in die Lücke, der im Wesentlichen Folgendes über die Nepenthes-Blätter berichtet:

Bei den meisten Nepenthes-Arten begegnen wir zweierlei Krügen, von denen die eine Form die jugendliche Pflanze, die andere Form dagegen ein späteres Entwicklungsstadium charakterisirt. Die Blattkrüge der jungen Pflanze sind breiter und kürzer als diejenigen des älteren Zustandes; auch ist die ganze Innenwand der Krüge mit Drüsen bedeckt. Da sie gewöhnlich dicht an der Basis des Stengels entstehen, so ruhen sie auf dem Boden. Indessen kann die gleiche Krugform auch an höher stehenden Blättern gebildet werden; dann ist aber ihr Stiel in der Regel so lang, daß die Krüge vermöge ihrer Schwere schließlich doch auf den Boden zu ruhen kommen. Diese Thierfallen sind also „bodenständig“ und dienen dazu, auf dem Boden laufende Thiere zu fangen.

Dagegen sind die später entstehenden, an höher gestellten Blättern situirten Krüge beträchtlich länger und schmäler; ihr Deckel bedeutend größer und nur der untere Theil der Innenwand mit Drüsen ausgestattet. Diese „luftständigen“ Blattkrüge

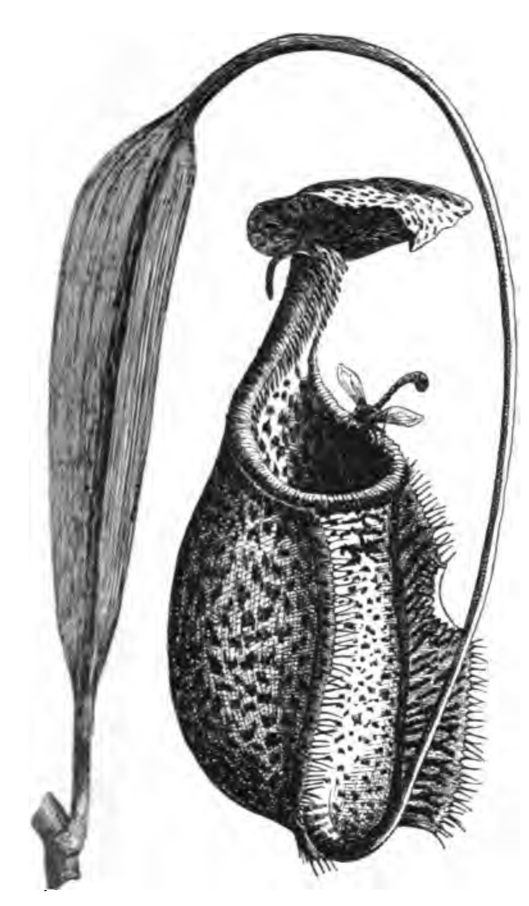


Fig. 17. Ein gut entwickeltes Blatt von Nepenthes.

dienen dazu, fliegende Thiere zu fangen, welche durch honigabsondernde Organe angelockt werden. Die innere Fläche der Krugwand zeigt nämlich drei wesentlich verschiedene Zonen: eine anziehende, eine leitende und eine absondernde. Für naschsüchtige Insekten wirkt anziehend der honigabsondernde Rand des Kruges und der über ihm halbwegs geöffnete Deckel, welcher auf der Unterseite d. h. auf der dem Krug-Inneren zugekehrten Fläche ebenfalls einen süßen Saft abscheidet. Unterhalb des Krugrandes folgt eine sehr glatte, leitende Zone, die etwa bis zur Mitte in die Urnen-Tiefe reicht und das Insekt an den Rand des im untern Theile liegenden Flüssigkeits-Spiegels leiten und dem Verderben zuführen soll. Die untere Hälfte der Krug-Innenwand ist nämlich mit zahlreichen Drüsen besetzt, welche eine saure Flüssigkeit absondern. Diese letztere sammelt sich im Grunde des Kruges zu einem „todten Meer". Wehe dem Insekt, das, durch Neugierde oder heitere Lebenslust getrieben, in diesen sauren Teich geräth! Es ertrinkt und reizt die Drüsen zu verstärkter Thätigkeit, vermehrter Absonderung. Es ist durch Experimente constatirt worden, daß durch Zusatz thierischer Stoffe die Absonderung beschleuniget wird, eine Erscheinung, wie man sie ja bekanntlich auch an den Tentakeln der Sonnenthau-Blätter und an den Drüsen des Fettkrautes beobachten kann.

Die im Grund der Blattkrüge von Nepenthes liegende Flüssigkeit verdaut Fleisch, Fibrin, Knorpel, gekochtes Eiweiß und andere stickstoffhaltige Substanzen thierischer Natur in ganz ähnlicher Weise, wie die Drüsenfeuchtigkeit von Drosera und von Pinguicula es thut. Wird die Flüssigkeit aus den Krügen herausgeschüttet und auf ihre Verdauungskraft geprüft, so zeigt sich auffallender Weise, daß die Verdauungsfähigkeit eine beschränktere ist, als wenn sie in den Krügen belassen wird. Mit Recht wurde hieraus geschlossen, daß das verdauende Ferment von den Drüsen nur in dem Maße geliefert wird, als es bei der Auflösung der verdaulichen Substanzen zum Verbrauch gelangt und daher niemals in großer Quantität zum Voraus sich abscheidet.

Während der Verdauung zeigen sich in den Drüsenzellen der Nepenthes-Krüge auch jene auf wirkliche Absorption hinweisenden charakteristischen Zusammenballungen eiweißartiger Körper, wie wir sie bereits bei Drosera und Pinguicula kennen gelernt haben. Nichts erscheint daher natürlicher, als die Schlußfolgerung, daß die Nepenthes-Krüge, welche in so wunderbarer Weise für den Insektenfang eingerichtet sind, Substanzen

aus den ertränkten Thierkörpern aufnehmen und dadurch aus ihrer grausamen Gewohnheit einen namhaften Nutzen ziehen.

Cephalotus follicularis — Australische Krug-Trägerin.

In ihren Blattformen (in der Bildung von Krügen) und in der Art ihres Insektenfanges, nicht aber in ihren übrigen Merkmalen erinnert eine australische Sumpfpflanze, Cephalotus follicularis, stark an die oben besprochenen Kannenträger (Nepentheen). Von diesen australischen Gewächsen der Gattung Cephalotus ist jedoch nur eine einzige Art, eben die genannte, bis jetzt bekannt geworden und sie bildet für sich ebenfalls eine besondere natürliche Familie, diejenige der Cephaloteen. Seit vielen Jahren trifft man auch diese Pflanze häufig in unsern Gewächshäusern. Ich habe eines der schönsten Exemplare, die mir je zu Gesicht kamen, in Fig. 18 in natürlicher Größe dargestellt und dasselbe im Spätjahr 1879 einer eingehenden Untersuchung unterworfen, um über die Organisation der Krüge weitere Aufschlüsse zu erhalten, als sie in der

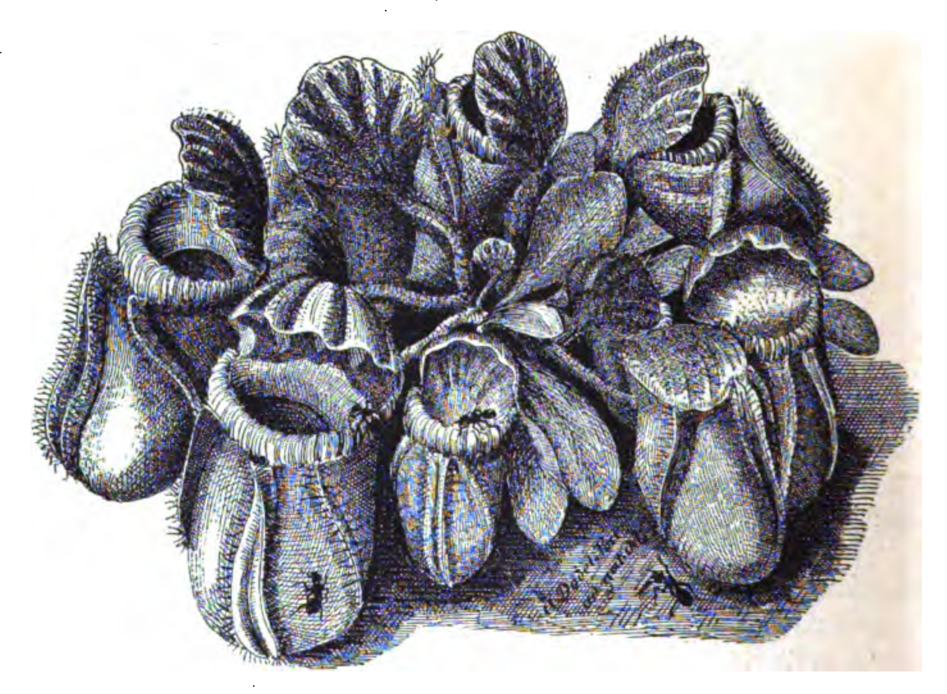


Fig. 18. **Cephalotus follicularis — Australische Krug-Trägerin.**
Nach einem lebenden Exemplar des botanischen Gartens zu Zürich in natürlicher Größe gezeichnet (Spätjahr 1879).

bisherigen Literatur geboten wurden. In Fig. 19 sehen wir drei durch je einen senkrechten Schnitt halbirte Krüge zur Darstellung gebracht: A — die linke Hälfte, B — die rechte Hälfte von Innen, C — die rechte Hälfte von Innen und schief von Unten gesehen.

Die erwachsene krautartige Pflanze zeigt im vegetativen Zustand eine grundständige Rosette von 12—20 mehr und weniger entwickelten Blättern. Letztere sind

von zweierlei Gestalt; die einen sind lanzettlich und flach, also wirklich blattartig entwickelt, während die andern aus einem mehr oder weniger langen cylindrischen Stiel und einem elegant geformten, mit passendem Deckel ausgestatteten Krug bestehen.

Robert Brown fand diese Krüge in der Regel zur Hälfte mit einer wässerigen, schwach süßlichen Flüssigkeit erfüllt, worin sich oft eine große Menge kleiner ertrunkener Ameisen vorfand. (Vergl. Fig. 19.)

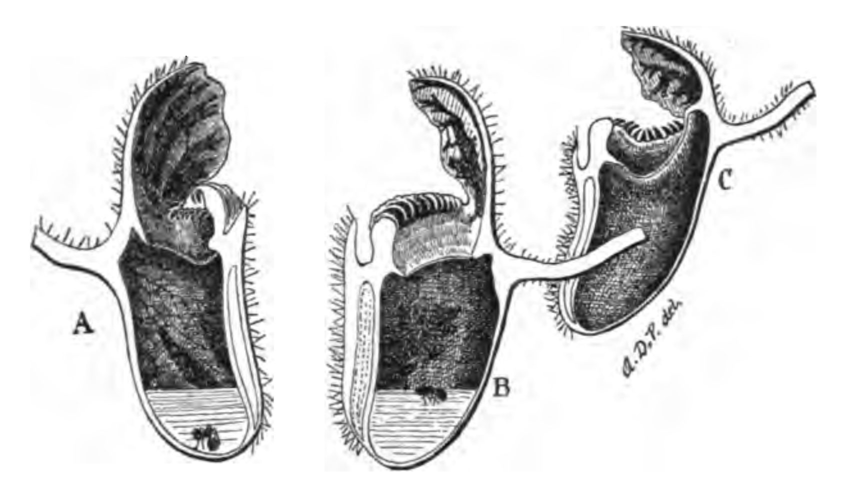


Fig. 19. Drei durch je einen senkrechten Längsschnitt halbirte Krüge von Cephalotus follicularis. (Nach der Natur gezeichnet im Spätjahr 1879.)
A. Linke Hälfte des Kruges von der Innenseite gesehen. Im Grunde liegt der saure Teich der Drüsenflüssigkeit mit einer ertrunkenen Ameise.
B. Rechte Hälfte des Kruges von der Innenseite gesehen. Auf dem Wasserspiegel der Drüsenflüssigkeit liegt eine eben verunglückte Ameise.
C. Rechte Hälfte des Kruges von Innen und Unten gesehen, um die Bewaffnung des oberen Randes zu zeigen.

Vergleichen wir den Bau der Blattkrüge von Cephalotus follicularis mit den entsprechenden Organen bei Nepenthes, so kann uns eine große Uebereinstimmung nicht entgehen. Auffallend sind bei beiden Gattungen die flügelartigen Anhängsel der Krüge, die ähnliche Bewaffnung jener Anhängsel mit borstenartigen Trichomen, namentlich aber die auf den Krugrand passenden Deckel, welche nach der Mittheilung einiger Autoren bei Cephalotus sich über dem gefangenen Thiere schließen sollen.

Schon ein flüchtiger Blick auf Fig. 19, wo drei senkrechte Durchschnitte durch Cephalotus-Krüge dargestellt sind, muß zu dem Schlusse führen, daß die kleine Ameise oder irgend ein anderes Insekt, das den obern Rand des Halses überschritten hat, um zum flüssigen Inhalt der verhängnißvollen Thierfalle zu gelangen, dem sichern Tod durch Ertrinken anheimfällt. Die Krüge selbst sind mit raffinirten Lockmitteln ausgestattet. In ihrer größten Ausdehnung sind sie grün gefärbt; im jugendlichen Zustand ist der Deckel geschlossen, dem Rand des Kruges dicht aufliegend. In der Folge treten aber im obern Theil des Kruges, namentlich aber auf der Innenseite des Deckels, purpurrothe breite Netzadern auf, der Deckel hebt sich nun von der Krugöffnung ab, bis er beinahe senkrecht emporragt. Während die Purpuradern auf der Außenfläche des Kruges und auf der Oberseite des Deckels matt erscheinen, erglänzen sie dagegen auf der Innenseite des Kruges und hauptsächlich auf der Unterseite des Deckels in

wunderbar bestrickender Weise. Am Deckel selbst liegen zwischen den Purpuradern ganz blendendweiße Partieen, so daß dieses ganze Organ auffallend mit prangenden Blumenfarben ausgestattet ist und auf Insekten verlockend einwirken muß.

Der Rand des Kruges selbst ist mit hakenförmig gekrümmten, einwärts gerichteten Stacheln versehen, die ganz wohl den Eintritt der Insekten ermöglichen, ja denselben noch ganz besonders begünstigen, während sie — vom Krug-Innern aus betrachtet vergl. Fig. 19 C) dem gefangenen Opfer wie gefährliche Spieße entgegenstehen. Vom obern Krugrand aus gelangt das Insekt zuerst in einen halsförmig verengerten Theil des Kruges, den ich der Kürze wegen Vorhof oder Vestibül nennen will. Die Innenwand des Vestibüls ist matt-blaßgrün, nicht glänzend, alle Epidermiszellen sind mit zahlreichen kegelförmigen Cuticular-Verdickungen ausgestattet, deren Stachelspitzen — wie die Zähne einer Hechel dichtgestellt — abwärts gerichtet sind. Den untern Rand des Vestibüls bildet ein kragenförmiger Gewebewulst, der weit in's Krug-Innere hinein- und den untern oder eigentlichen Hohlraum des Kruges wie ein Vordach überragt. Auch dieser Kragen ist auf der Seite gegen das Vestibül und an seinem ganzen Rande mit kleinen, abwärts gerichteten Stächelchen dicht besetzt. Der Eintritt der neugierigen Insekten wird dadurch keineswegs gehemmt, wohl aber der Austritt ungemein erschwert oder geradezu unmöglich gemacht.

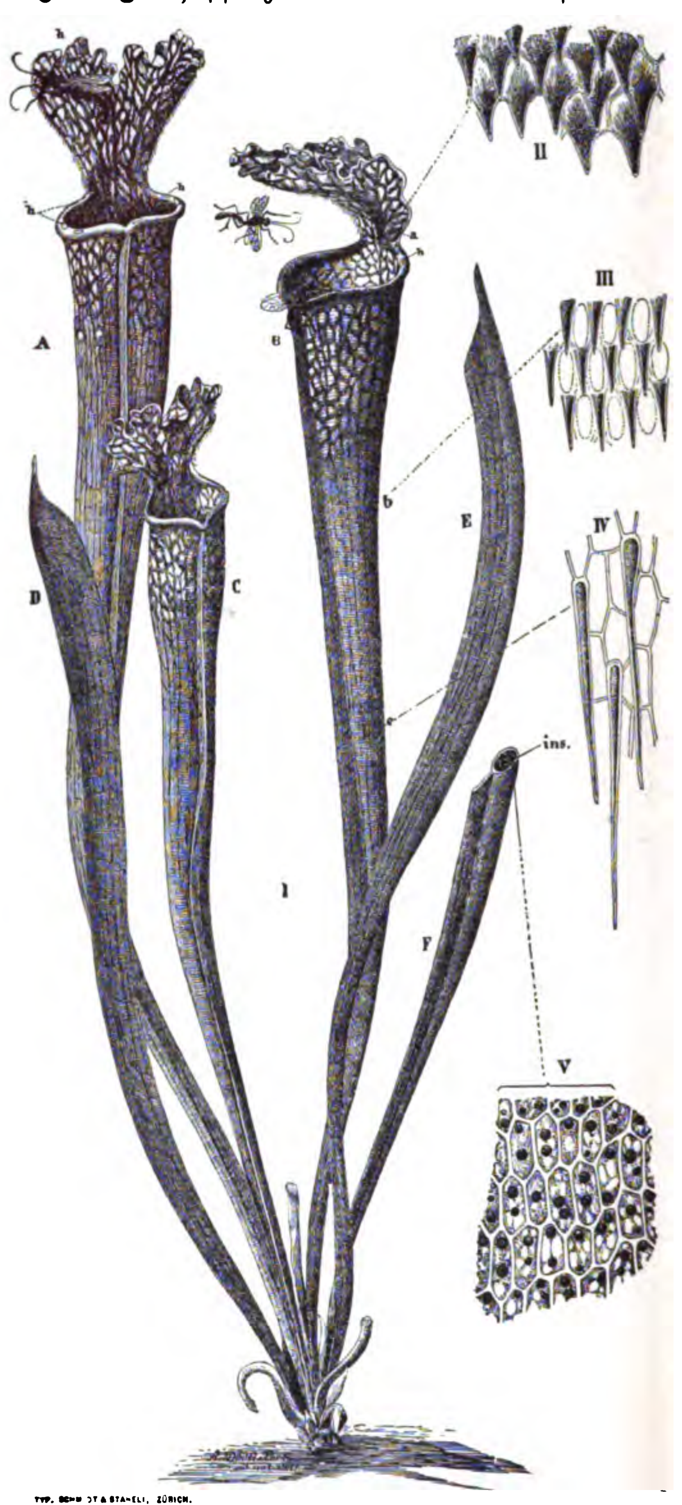
Die Innenwand des eigentlichen Kruges (unterhalb des Vestibüls) ist glänzend-glatt, die Epidermis hier zart und unbewaffnet; die Zellwände sind wellenförmig gebogen. In der Epidermis finden sich aber zahlreiche Drüsen eingestreut. Auch in diesem untersten Theil des Kruges zeigt die Innenwand ein paar große blutrothe Flecken von mannigfaltig abänderndem Umriß. Die mikroskopische Untersuchung belehrt uns, daß jene rothen Flecken von einem carminrothen Farbstoff herrühren, der an den betreffenden Stellen den Inhalt der Epidermiszellen tingirt, ganz ähnlich, wie dies bei den rothen Flecken des Krugdeckels der Fall ist.

Der concave Boden des Kruges, sowie der unterste Gürtel der bauchigen Krugwand selbst entbehrt der Drüsen; letztere sind am zahlreichsten in halber Höhe, d. h. in der Mitte zwischen dem Krugboden und dem Kragen. Hier sind sie aber so zahlreich, daß sie nach Tausenden zählen.

Leider war es mir nicht vergönnt, über die Funktion dieser Drüsen Untersuchungen anzustellen. Es deutet aber die ganze Organisation des Kruges mit seinem über den obern Rand geneigten Deckel, mit seinen bunten Lockfarben und den in's Krug-Innere abwärts gerichteten Stächelchen und Papillen darauf hin, daß diese Cephalotus-Blätter ganz speciell zum Insektenfang eingerichtet und jene Drüsen an der Innenwand des Kruges Verdauungsorgane sind. Weitere Untersuchungen werden ohne Zweifel zu einem ähnlichen Resultat führen, wie bei einer andern Gruppe ausländischer Fleischfressenden, die unter dem Gattungs-Namen

Sarracenia

in das System eingeführt wurden. Diese Gattung — sie zählt mehrere Arten — ist ausschließlich Sumpfbewohnerin und bildet mit der unten besprochenen Gattung Darlingtonia und dem noch wenig untersuchten Genus Haliamphora die aus circa 10 Arten bestehende Familie der Sarraceniaceen. In den Gewächshäusern unserer botanischen



Sarracenia Drummondi.

Gärten treffen wir seit einigen Jahren hauptsächlich die zwei Arten: Sarracenia Drummondi und S. purpurea, von denen ich nach prächtig entwickelten Exemplaren des botanischen Gartens in Zürich die vorliegenden Abbildungen aufgenommen habe.

In Taf. IV unseres „Illustrirten Pflanzenlebens“ findet der Leser die schönste und wohl am besten für den Insektenfang eingerichtete Art dieser Familie: Sarracenia Drummondi in nicht völlig halber natürlicher Größe dargestellt. Die Pflanze ist ein ausdauerndes Kraut mit kurzem Stengel, an dem die grundständigen Blätter entspringen. Letztere zeigen zweierlei Formen: die einen Blätter (D und E, Taf. IV, Fig. I) sind im Ganzen schwertförmig, flach, nach Oben verbreitert, nach Unten unmerklich in den derben Blattstiel verjüngt; diese Blätter erscheinen im Vergleich zu den anderen, welche dem Insektenfang dienen, als verkümmerte gewöhnliche Assimilationsorgane und dürften vom morphologischen Standpunkt aus nur als Blattstielblätter zu betrachten sein, denen der oberste Blatttheil, die Spreite, fehlt. Die anderen Blätter dagegen erweitern sich von der Blattstiel-Basis aus zu einer langen, nach Oben sich trichterförmig erweiternden Röhre, deren oberer Rand nach Außen umgebogen und gewulstet erscheint. Auf der einen, dem Stengel zugekehrten Seite besitzt dieser röhrenartige Blatttheil einen der ganzen Länge nach verlaufenden, flügelartigen Saum (vergl. in Taf. IV das Blatt F und dessen Querschnitt bei ins). Am obern Rand des Trichters, auf der dem Röhrensaum entgegengesetzten Seite, erhebt sich aus schmaler Basis die eigentliche Blattspreite, die gleichsam als schief aufstrebender, sehr elegant gewölbter und am Rande wellig gefalteter Deckel die Trichteröffnung überkrönt und am wohlentwickelten Blatt als schützendes Dach den Eintritt von Regen in die Blattröhre verhindert. Dieser Deckel, sowie der ganze obere Theil des Trichters ist — so weit unsere Zeichnung das gefleckte Netzwerk andeutet — wunderbar gezeichnet und colorirt. Hier begegnen wir abermals den lockenden und bestrickenden Farben-Effekten, nur in viel höherem Maße, als wie wir sie schon oben bei Cephalotus follicularis kennen gelernt haben. Die dunkeln Flecken und Netzadern am Deckel und obern Röhrentheil sind beim lebenden Blatt tief purpurroth gefärbt und stehen im grellsten Gegensatz zu den blendendweißen oder nur blaßgrünen Zwischenräumen, die sie begrenzen. Die Natur hat hier Farben-Contraste geschaffen, wie wir sie anderswo nur an den insektenlockenden Blumen antreffen. Aber während die durch Farbenpracht glänzenden Blumen den herbeigelockten Insekten meistens nicht Untergang und Verderben bereiten, sondern dieselben nach Darbietung des Honigs und hiebei stattgehabter Bestäubung wieder „in Gnaden“ entlassen, sehen wir hier bei den wunderlich organisirten Blättern der Sarracenia die berückende Farbenpracht auf mörderischem Hintergrunde angebracht, derart, daß sie dem Verlockten und Getäuschten sehr häufig zum Verderben gereicht.

Der helmförmig gekrümmte Deckel ist nämlich auf der Innenseite, auf der dem Trichter-Rand zugewendeten Fläche, viel lebhafter gefärbt, als außen (oben), und hier — über dem Eingang zur verhängnißvollen Blattröhre — wird, um das Maß der Lockmittel voll zu machen, von den blutrothen Flecken und Adern noch lebhaft Honig abgesondert. Das normal entwickelte Blatt — der obere Theil des Trichters sowohl als der Trichterrand und der blumenblattähnliche Deckel — trieft von großen, farblosen, glänzenden Tropfen, die nicht selten in größere Massen zusammenfließen und sich längs der Innenwand der Blattröhre abwärts bewegen. Die Menge des abgesonderten Honigsaftes war bei einem von mir untersuchten Blatt so groß, daß ich den ganzen

vordern Theil des Zeigefingers damit befeuchten konnte und den süßen Geschmack auf der Zunge deutlich wahrzunehmen vermochte. Wie die mikroskopische Untersuchung mich belehrte, sind es eigenthümliche Honigdrüsen, die jene Flüssigkeit abscheiden; sie finden sich hauptsächlich auf den Purpur-Adern und rothen Flecken. Letztere verdanken ihre Farbe dem carminrothen Inhalt der Epidermiszellen, welche das Blattgewebe an den gefärbten Stellen nach Außen begrenzen. Die Epidermis führt dagegen an allen jenen Blattstellen nur Luft, wo das Gewebe weiß erscheint.

Die einzelnen Epidermiszellen der insektenlockenden Blatttheile (Deckel und oberer Theil des Trichters) sind je mit einer spitzkegelförmigen Papille ausgestattet; alle Papillen sind abwärts, gegen den Grund der Röhre gerichtet. Das Gleiche gilt von den borstenartigen langen Haaren, welche die honigabsondernde Fläche des Deckels bekleiden. In Folge dieser Stellung sind die Haare und Papillen ganz besonders geeignet, Insekten, welche hier absitzen, beim Honigsaugen immer in die Trichterhöhle hineinzuleiten.

Nach Obigen ist ersichtlich, daß der obere Theil des Sarracenia-Blattes in raffinirter Weise auf alle honigliebenden Insekten verlockend einwirken muß. Ist das verführte Thierchen einmal so weit, daß es innerhalb des gefärbten und honigabsondernden Randes auf der bestrickenden Innenwand des obern Trichtertheiles nach Honig suchend herumtappt, so ist sein Schicksal entschieden. Die kegelförmigen Papillen, wie wir sie am Deckel und obern Trichtertheil auf der innern Epidermis antreffen (Fig. II, Taf. IV), werden an den Epidermiszellen der Röhren-Innenwand immer länger (Fig. III, Taf. IV) und machen für kleinere Insekten den Rückzug zu Fuß geradezu unmöglich. Freilich ist die Röhre im Innern bis tief hinunter gegen die Basis trocken, aber die abwärts gerichteten spitzen Papillen werden endlich so lang, daß sie schon in der Tiefe c bei Blatt B (Taf. IV) die Gestalt von bajonetförmigen steifen Haaren besitzen, wie ich dies in Fig. IV der genannten Tafel dargestellt habe. Hier, wo der Trichter ohnedies schon ziemlich enge ist und die steifen Bajonet-Haare wie ein Filz die ganze Innenwand bedecken, ist eine Umkehr des Insektes eine absolute Unmöglichkeit. Welches Schicksal seiner harrt, ergibt sich aus dem Querschnitt des Blattes F, wo bei ins die ganze Röhre von Insekten-Cadavern verschiedenster Arten vollgepfropft erscheint. Ich fand bei einem gesunden, der Länge nach aufgeschlitzten Blatt die Röhre in jener Höhe auf 2—3 Centimeter Länge ganz mit Insektenleichen gefüllt. Dort war die Röhren-Innenfläche feucht und eine sorgfältige Untersuchung der Epidermis an jener Stelle ließ nicht mehr in Zweifel, daß die Absorption von Substanzen der verschiedensten Leichen durch die Epidermiszellen in vollem Gange war. In Fig. V, Taf. IV habe ich ein Fragment der verdauenden Epidermis bei starker Vergrößerung dargestellt. Auf dem ganzen Gürtel, so weit die Insektenleichen reichten, war die Blatt-Epidermis rothbraun gefärbt, stellenweise mit einem Stich in's Rosa- und Purpurrothe. Alle Epidermiszellen, welche mit feuchten Substanzen der todten Insekten in Berührung standen, zeigten im körnig-trüben Inhalt große, scharf conturirte, kugelige oder eiförmige dunkelrothbraune Aggregationen, die unwillkürlich an die ähnlichen Gebilde in den verdauenden Drüsenzellen des Sonnenthaues (Fig. 8, pag. 86) erinnern. Es muß besonders hervorgehoben werden, daß diese Epidermiszellen mit den charakteristischen Zusammenballungen keineswegs krank oder gar abgestorben waren; nirgends zeigte sich ein verdächtiges Symptom; in der sonst klaren

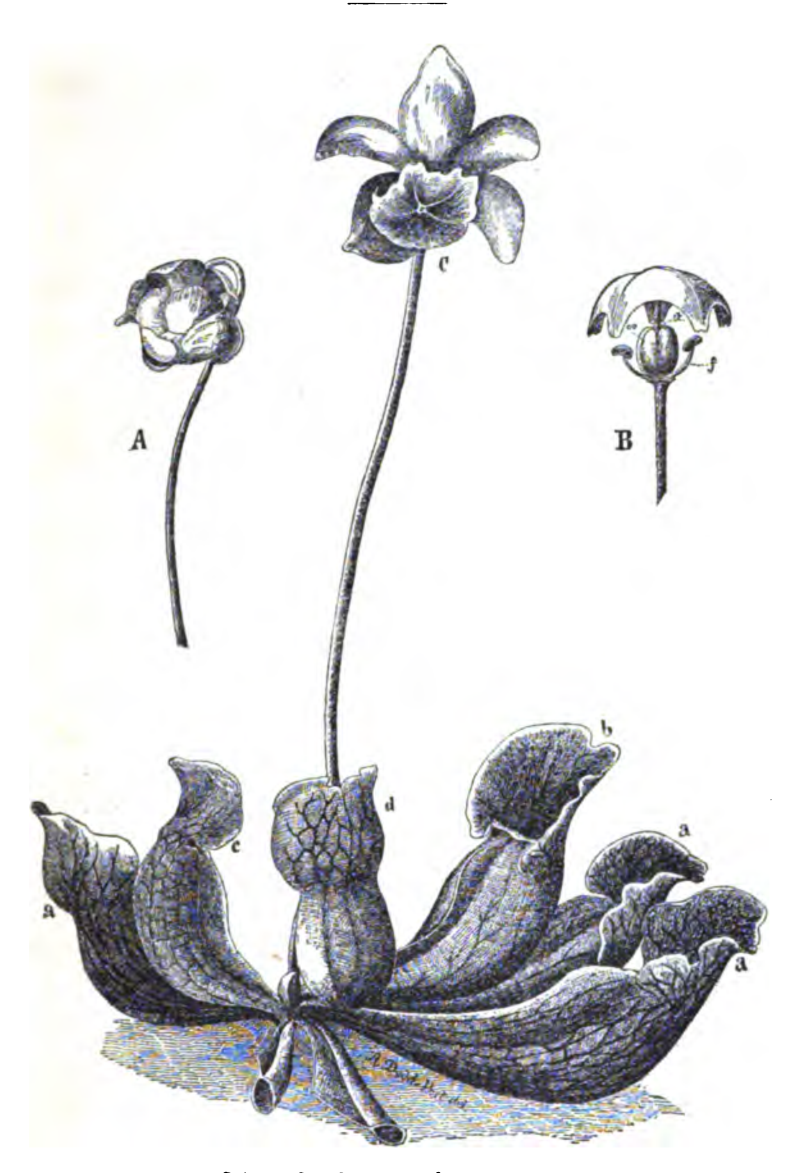


Fig. 20. **Sarracenia purpurea.**

Die Hauptfigur — Habitusbild der ganzen Pflanze — in halber natürlicher Größe nach einem lebenden Exemplar im botanischen Garten zu Zürich gezeichnet am 4. Oktober 1879.

a a a — drei alte, im obern Theil schon absterbende Blätter.

b — ein fast ausgewachsenes, noch ganz grünes Blatt. Erst beim Eingang in di: füllhornartige Röhre beginnen die Adern sich purpurn zu färben.

c — ein noch etwas jüngeres Blatt, erst mit Spuren rother Färbung auf den Netzadern.

d — ein ebensolches, von der Rückenseite gesehen.

C — Reste der deflorirten Blüthe.

A — Blüthe während ihrer Anthese.

B — Geschlechtsapparat der Blüthe. f — Staubblatt, o v — Fruchtknoten, überkrönt von der regenschirmähnlichen Narbe.

Alle Theile der Blüthe sind grün, unscheinbar gefärbt.

(Fig. A und B nach „Traité général de Botanique" par Le Maout et Decaisne.)

Zellflüssigkeit lagen zahlreiche kleine Körnchen von gelblicher Farbe in vollkommener Ruhe; an keiner Stelle konnte die sogenannte Brown'sche (oder „Molecular"-) Bewegung als Symptom eines krankhaften Zustandes wahrgenommen werden. Auch zeigten sich im Zellinhalt neben den dunkelbraunen und braunrothen Ballen ganz scharf umschriebene, mit farbloser und kornloser Flüssigkeit erfüllte Vacuolen.

Nach allem dem, was Andere über Sarracenia Drummondi berichtet haben und was ich bei meiner eigenen Untersuchung der Pflanze beobachtete, ist es für mich zweifellos, daß diese Pflanze in hohem Grad dem Insektenfang in nutzbringender Weise angepaßt und daß sie im Stande ist, durch die Epidermiszellen der Innenwand ihrer Blattröhren nicht nur Flüssigkeiten abzuscheiden, sondern auch thierische Substanzen aus den Insektenleichen aufzunehmen.

Eine zweite Sarracenia-Art, die gemeinste aller bis jetzt bekannt gewordenen dieses Geschlechtes, nämlich Sarracenia purpurea, habe ich in halber natürlicher Größe in Fig. 20 dargestellt.

Die grundständigen, rosettenartig angeordneten Blätter liegen mit ihrer Basis auf dem Boden und sind durch sichelartige Krümmung des mittlern Theiles mit ihren obern Partieen nur wenig über die Erde erhoben. Diese Sarracenia-Art ist im Gegensatz zur erstbesprochenen S. Drummondi, welche hauptsächlich fliegende Insekten anlockt, mehr zum Fange für kriechendes Gethier eingerichtet. Wie Fig. 20 zeigt, sind bei Sarracenia purpurea die füllhornartigen Blätter kürzer, dagegen im Röhrentheil mehr ausgehöhlt; die deckelartige Blattspreite aber ist nicht nach Vorn und Innen gegen den Trichter-Eingang geneigt, sondern sie verläuft im Sinne derselben Kurve, die den Rückentheil der Röhre charakterisirt. In Folge dieser Stellung ist die weite Mündung der Röhre dem Regen und dem Licht geöffnet. Sarracenia purpurea ist, wie übereinstimmend von verschiedener Seite hervorgehoben wird, die einzige Art dieser Gattung, bei welcher im Innern der Blattröhre die secernirenden Drüsen fehlen und welche nicht von sich aus die Flüssigkeit absondert, in welcher die angelockten Insekten ersäuft werden. Sie ist in der That auf den Regen angewiesen, der vom breiten Deckel in größerer Menge aufgefangen und in die Röhre geleitet wird.

In allen übrigen wesentlichen Punkten stimmt Sarracenia purpurea mit ihrer Schwester S. Drummondi überein. Man findet bei ihr dieselben Lockmittel am Deckel und Röhren-Eingang und ganz ähnliche Behaarung der Innenwand ihrer Thierfalle.

Auffallend ist auch hier der Mangel glänzender Farben an der Blüthe. Es ist, als ob die Natur sich beim Aufputz dieser Gewächse vergriffen hätte, indem sie den Blüthen alle prangenden Farben entzog und diese letztern translocirte, indem sie dieselben zum Verhängniß der naschhaften und neugierigen Insekten an die ursprünglich grünen Blätter abgab, auf daß diese einer grausamen Freß- und Mordlust fröhnen könnten. Alle Blüthentheile, Kelch und Krone und die regenschirmähnliche Narbe, sind grün gefärbt; Nichts findet sich dort, was als coquettirende Toiletten-Kunst der Blume verlockend auf die Insekten einwirken könnte. Aber Thatsache ist, daß die röhrenartigen Blätter als Thierfallen fungiren, Dutzende von Insekten fangen und aus ihren Cadavern Stoffe aufnehmen.

Zu den Sarraceniaceen, die fast ausschließlich den nordamerikanischen Mooren und Sümpfen angehören, zählt auch

Darlingtonia californica.

Dieses krautartige Gewächs findet sich vorwiegend in den Brüchen der Sierra Nevada von Californien und zwar 6000—7000' über dem Meer.

In der Ausbildung und Organisation ihrer trompetenartig aufgedunsenen Blattstiele stimmt sie im Wesentlichen mit den besprochenen Sarracenia-Arten überein. Auch hier ist das Innere der Blattstielröhre mit Haaren und Drüsen besetzt, es fehlt auch nicht die kleine Blattspreite am obern Ende der helmförmig umgebogenen, in Purpuradern prangenden Röhre; aber die Blattspreite ist zweispaltig zungenförmig; sie steht horizontal oder nur wenig abwärts geneigt über der nach Unten geöffneten Mündung der Blattstielröhre. Durch die helmförmige Krümmung des obern Röhrentheils wird selbstverständlich der Eintritt von Regenwasser in die Röhre verhindert. Dagegen hat Canby nachgewiesen, daß die Drüsen auf der Innenwand der Röhre lebhaft Flüssigkeit absondern, und wenn wir vernehmen, daß die californischen Bergbewohner diese seltsame Pflanze schon längst wegen ihrer insektenfangenden Gewohnheiten in ihre Wohnungen verpflanzen, um sich selbst allerlei Ungeziefer vom Hause fern zu halten oder solches unschädlich zu machen, so werden wir am Charakter dieser Californierin als einer Insektenfressenden nicht lange zweifeln. Die auf ihren natürlichen Standorten gewachsenen Pflanzen dieser Art enthalten in der That auch immer reichliche Mengen von todten Insekten in ihren Blattstielröhren und es ist nach allem dem, was wir im Obigen von andern Fleischfressenden erfahren haben, nicht zweifelhaft, daß Darlingtonia californica aus dem evident erwiesenen Insektenfang Nutzen zieht. — Selbstverständlich werden auch bei dieser, wie bei andern Pflanzen,



Fig. 21. **Darlingtonia californica.**
Nach einem auf dem Stock gestorbenen Exemplar des botanischen Gartens in Zürich gezeichnet, 21. Januar 1880.

Zellflüssigkeit lagen zahlreiche kleine Körnchen von gelblicher Farbe in vollkommener Ruhe; an keiner Stelle konnte die sogenannte Brown'sche (oder „Molecular"-) Bewegung als Symptom eines krankhaften Zustandes wahrgenommen werden. Auch zeigten sich im Zellinhalt neben den dunkelbraunen und braunrothen Ballen ganz scharf umschriebene, mit farbloser und kornloser Flüssigkeit erfüllte Vacuolen.

Nach allem dem, was Andere über Sarracenia Drummondi berichtet haben und was ich bei meiner eigenen Untersuchung der Pflanze beobachtete, ist es für mich zweifellos, daß diese Pflanze in hohem Grad dem Insektenfang in nutzbringender Weise angepaßt und daß sie im Stande ist, durch die Epidermiszellen der Innenwand ihrer Blattröhren nicht nur Flüssigkeiten abzuscheiden, sondern auch thierische Substanzen aus den Insektenleichen aufzunehmen.

Eine zweite Sarracenia-Art, die gemeinste aller bis jetzt bekannt gewordenen dieses Geschlechtes, nämlich Sarracenia purpurea, habe ich in halber natürlicher Größe in Fig. 20 dargestellt.

Die grundständigen, rosettenartig angeordneten Blätter liegen mit ihrer Basis auf dem Boden und sind durch sichelartige Krümmung des mittlern Theiles mit ihren obern Partieen nur wenig über die Erde erhoben. Diese Sarracenia-Art ist im Gegensatz zur erstbesprochenen S. Drummondi, welche hauptsächlich fliegende Insekten anlockt, mehr zum Fange für kriechendes Gethier eingerichtet. Wie Fig. 20 zeigt, sind bei Sarracenia purpurea die füllhornartigen Blätter kürzer, dagegen im Röhrentheil mehr ausgehöhlt; die deckelartige Blattspreite aber ist nicht nach Vorn und Innen gegen den Trichter-Eingang geneigt, sondern sie verläuft im Sinne derselben Kurve, die den Rückentheil der Röhre charakterisirt. In Folge dieser Stellung ist die weite Mündung der Röhre dem Regen und dem Licht geöffnet. Sarracenia purpurea ist, wie übereinstimmend von verschiedener Seite hervorgehoben wird, die einzige Art dieser Gattung, bei welcher im Innern der Blattröhre die secernirenden Drüsen fehlen und welche nicht von sich aus die Flüssigkeit absondert, in welcher die angelockten Insekten ersäuft werden. Sie ist in der That auf den Regen angewiesen, der vom breiten Deckel in größerer Menge aufgefangen und in die Röhre geleitet wird.

In allen übrigen wesentlichen Punkten stimmt Sarracenia purpurea mit ihrer Schwester S. Drummondi überein. Man findet bei ihr dieselben Lockmittel am Deckel und Röhren-Eingang und ganz ähnliche Behaarung der Innenwand ihrer Thierfalle.

Auffallend ist auch hier der Mangel glänzender Farben an der Blüthe. Es ist, als ob die Natur sich beim Aufputz dieser Gewächse vergriffen hätte, indem sie den Blüthen alle prangenden Farben entzog und diese letztern translocirte, indem sie dieselben zum Verhängniß der naschhaften und neugierigen Insekten an die ursprünglich grünen Blätter abgab, auf daß diese einer grausamen Freß- und Mordlust fröhnen könnten. Alle Blüthentheile, Kelch und Krone und die regenschirmähnliche Narbe, sind grün gefärbt; Nichts findet sich dort, was als coquettirende Toiletten-Kunst der Blume verlockend auf die Insekten einwirken könnte. Aber Thatsache ist, daß die röhrenartigen Blätter als Thierfallen fungiren, Dutzende von Insekten fangen und aus ihren Cadavern Stoffe aufnehmen.

Zu den Sarraceniaceen, die fast ausschließlich den nordamerikanischen Mooren und Sümpfen angehören, zählt auch

Darlingtonia californica.

Dieses krautartige Gewächs findet sich vorwiegend in den Brüchen der Sierra Nevada von Californien und zwar 6000—7000′ über dem Meer.

In der Ausbildung und Organisation ihrer trompetenartig aufgedunsenen Blattstiele stimmt sie im Wesentlichen mit den besprochenen Sarracenia-Arten überein. Auch hier ist das Innere der Blattstielröhre mit Haaren und Drüsen besetzt, es fehlt auch nicht die kleine Blattspreite am obern Ende der helmförmig umgebogenen, in Purpuradern prangenden Röhre; aber die Blattspreite ist zweispaltig zungenförmig; sie steht horizontal oder nur wenig abwärts geneigt über der nach Unten geöffneten Mündung der Blattstielröhre. Durch die helmförmige Krümmung des obern Röhrentheils wird selbstverständlich der Eintritt von Regenwasser in die Röhre verhindert. Dagegen hat Canby nachgewiesen, daß die Drüsen auf der Innenwand der Röhre lebhaft Flüssigkeit absondern, und wenn wir vernehmen, daß die californischen Bergbewohner diese seltsame Pflanze schon längst wegen ihrer insektenfangenden Gewohnheiten in ihre Wohnungen verpflanzen, um sich selbst allerlei Ungeziefer vom Hause fern zu halten oder solches unschädlich zu machen, so werden wir am Charakter dieser Californierin als einer Insektenfressenden nicht lange zweifeln. Die auf ihren natürlichen Standorten gewachsenen Pflanzen dieser Art enthalten in der That auch immer reichliche Mengen von todten Insekten in ihren Blattstielröhren und es ist nach allem dem, was wir im Obigen von andern Fleischfressenden erfahren haben, nicht zweifelhaft, daß Darlingtonia californica aus dem evident erwiesenen Insektenfang Nutzen zieht. — Selbstverständlich werden auch bei dieser, wie bei andern Pflanzen,



Fig. 21. **Darlingtonia californica.**
Nach einem auf dem Stock gestorbenen Exemplar des botanischen Gartens in Zürich gezeichnet, 21. Januar 1880.

die allerneuestens in den Geruch von Carnivoren gekommen sind, noch mancherlei Untersuchungen angestellt werden müssen, ehe alle Fragen in durchaus befriedigender Weise beantwortet sind.

Von zahlreichen andern Pflanzen, die in einen ähnlichen Verdacht gekommen sind, nehmen wir an dieser Stelle heute noch keine Notiz, da die diesbezüglichen Untersuchungen noch nicht hinreichend weit gediehen sind, um die zahlreichen Namen sonst gutbeleumdeter Gewächse jetzt schon in ein schiefes Licht zu stellen. Es ist keine Frage, daß die Zukunft uns noch eine namhafte Reihe neuer Entdeckungen auf dem Gebiete der fleischfressenden Pflanzen bringen wird; und wir werden in der Folge nicht mehr überrascht sein, wenn jedes Jahr uns neue Resultate dieser Art zur Kenntniß bringt. Wie in andern Zweigen der Biologie, so ist auch hier einstweilen noch alles Wissen nur Stückwerk.

IV.

Die Kraushaar-Alge — Ulothrix zonata.

Ein interessanter Süßwasser-Tang.

Motto: Willst du in's Unendliche schreiten,
Geh' nur im Endlichen nach allen Seiten.
Willst du dich am Ganzen erquicken,
So mußt du das Ganze im Kleinsten erblicken.
Göthe.

Ehe wir dem Leser in einem der folgenden Kapitel Gelegenheit geben, sich mit einem Theil der vielgestaltigen untergetauchten Flora unserer europäischen Meere bekannt zu machen, müssen wir ihn bitten, uns heute zu folgen, da wir ihm den Entwicklungsgang einer unserer seltsamsten Süßwasserpflanzen vor Augen führen und in der Schilderung des Nächstliegenden auf das Verständniß des Fernerstehenden vorbereiten wollen.

Bekanntlich figurirt in der systematischen Botanik seit langer Zeit für eine große und vielgestaltige Gruppe niedriger, blüthenloser Pflanzen (Kryptogamen) der Klassenname „Algen“ oder „Tange“. Darunter verstehen wir alle jene niedern pflanzlichen Organismen, bei denen eine Gliederung in Stengel, Blätter und Wurzeln noch nicht durchgeführt ist und deren Fortpflanzungs-Arten sich von denjenigen aller höhern Gewächse unterscheiden, indeß die Ernährungsweise im Wesentlichen mit derjenigen der meisten Stengel- und Laubpflanzen übereinstimmt. Die Algen oder Tange finden sich auf den verschiedensten Standorten; wir treffen sie schwimmend auf dem Meeresspiegel, wie auf der ruhigen Oberfläche süßer Gewässer; viele von ihnen gedeihen am besten auf dem Grunde seichter Meerestheile, andere an ähnlichen Stellen von Süßwasserseen; wieder andere sind passionirte Anhänger des Wellenschlages bei Ebbe und Fluth und noch andere finden ihr Fortkommen bloß auf dem Grunde oder an den Rändern raschfließender Ströme und Bäche, während unzählige Formen den Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit lieben. So treffen wir die verschiedensten Algen-Arten in abwechselnd mit Wasser gefüllten und wieder austrocknenden Gräben und kleineren Bächen, auf feuchter Erde, an schattigen Mauern, an feuchten Blumentöpfen, an der Innen- und Außenwand von Brunnentrögen, ja sogar an den nördlichen Fensterscheiben alter Kirchen und zerfallener Burgen.

Alle Algen, so vielgestaltig ihre Formen auch sind, stimmen darin überein, daß ihre wichtigsten Bestandtheile mit einem Farbstoff ausgestattet sind, der das Protoplasma (d. i. den Lebensvermittler) befähiget, Wasser und Kohlensäure unter der Einwirkung des Tageslichtes zu zerlegen und aus den Bestandtheilen dieser zwei unorganischen

Substanzen organische Stoffe, z. B. Stärkemehl und Zucker, zu bilden. Sonnenlicht, Wasser und atmosphärische Luft, die ja immer Kohlensäure enthält, sind die drei Grundbedingungen für die Existenz und Weiter-Entwicklung der Algen. Letztere sind also durchaus keine Schmarotzer im eigentlichen Sinne des Wortes. Sie legitimiren sich als ehrliche Arbeiter in der großen Gesellschaft des Pflanzenreiches durch ihren Farbstoff. Die meisten Algen enthalten Chlorophyll oder Blattgrün, wie die große Mehrzahl der höheren Pflanzen. Sie erscheinen daher in der Regel grün; andere Algen enthalten nebst dem grünen Farbstoff ein prächtiges Roth, oder Blau, oder Braun; viele Tange prangen daher in den wunderlichsten Coloriten.

Von unsern Süßwasser-Algen des Festlandes sind die allermeisten grasgrün gefärbt; wer hätte diese unscheinbaren, verachteten, meist kleinen, oft fast eklig aussehenden Gebilde nicht schon beobachtet, wie sie als schlüpfrige, grüne Ueberzüge ganze Mauern und wasserbespülte Felsen mit dem Colorit des Lebens schmücken! Du gehst gleichgültig an diesen Gebilden der schaffenden Natur vorüber und ahnst wohl kaum, daß gerade sie, die Verachteten und Gemiedenen, dem forschenden Menschengeist die wichtigsten Wahrheiten und Geheimnisse offenbart haben. Denn es ist kein Zweifel, daß die ganze Pflanzenwelt, wie sie heute in ihren ungezählten Formen und Farben unser Auge entzückt und unser ganzes Dasein bedingt, aus der Gruppe niedrigster Algen der Vorzeit ihren Anfang genommen hat. Und wenn wir heute die Entwicklungs-Geschichte der jetzt lebenden Repräsentanten dieser Pflanzenklasse als Gesammtbild betrachten, so gelangen wir zu einer annähernd richtigen Vorstellung über die um Jahrmillionen hinter der Gegenwart zurückliegende Geschichte der ersten Entwicklung des Pflanzenlebens überhaupt.

Tod und vollständige Vernichtung haben gerade in der Geschichte der ersten Zeitabschnitte des Pflanzenreiches Lücken geschafft, welche auszufüllen der Paläontologie nie gelingen kann, weil die ersten, noch niedrig organisirten Pflanzen nicht in Versteinerungen auf uns kommen konnten.

Die Versteinerungskunde (Paläontologie), welche mit ihren zu Fels erstarrten Documenten in die fernsten Perioden der Geschichte des Pflanzen- und Thierreiches zurückweist, hat unumstößlich bewiesen, daß das Höhere vom Niedern abstammt. Und die vergleichende Entwicklungsgeschichte der jetzt lebenden Pflanzen und Thiere, die wir jeden Tag vom Ei an bis zum Eintritt des Todes erforschen können, dieser wichtigste Theil des menschlichen Wissens, lehrt uns, daß die individuelle Entwicklungsgeschichte der höhern Pflanzen und Thiere im Großen die Entwicklungsgeschichte der Vorfahrenkette wiederholt, wie letztere in den versteinerten Ueberresten von Pflanzen und Thieren der Vorzeit sich kundgibt. Das heißt aber nichts Anderes, als: wenn wir die heute lebenden, also unserer Untersuchung zugänglichen Pflanzen und Thiere in ihrer ganzen, Tag für Tag an den nach einander auftretenden Individuen sich wiederholenden Entwicklung von der Geburt an bis zum Grabe verfolgen, so erhalten wir einen Einblick in die vor Zeiten stattgehabte langsame Entwicklung aus einfachen Vorfahren zu vollkommener organisirten Nachkommen.

In diesem Sinne kann das Studium einer jetzt lebenden Pflanze oder eines jetzt lebenden Thieres uns wichtigere Offenbarungen bringen, als es zehntausend Versteinerungen vorweltlicher Pflanzen oder Thiere zu thun im Stande wären, und in diesem Sinne

tritt die individuelle Entwicklungsgeschichte in jene bedauerliche Lücke der Paläontologie, wo uns wegen des Mangels an Versteinerungen fast alle Aufschlüsse über die ersten Entwicklungsperioden der Pflanzen- und Thierwelt fehlen.

Es gibt keine Frage in der ganzen wissenschaftlichen Botanik, die an Interesse derjenigen gleichkommt, welche die Entstehung, den ersten Beginn der geschlechtlichen Fortpflanzung im Gewächsreich betrifft. Wohl können uns die in Blumen prangenden Auen und Bergabhänge mit ihrer Farbenpracht ergötzen; wohl kennt die Wissenschaft im Großen und Ganzen die einzelnen Lebensprocesse, welche sich in der Entwicklung und Fortpflanzung der höhern Gewächse der Reihe nach ablösen; wohl kennen wir auch von den höhern Gruppen der blüthenlosen Gewächse, aus denen die Blüthenpflanzen hervorgegangen sind, die analogen Vorgänge im Werden und Weiterentwickeln; wir haben eine Vorstellung davon, wie aus niedrigen Gewächsen mit geschlechtlicher Fortpflanzung höhere Organismen mit poetisch verkleidetem Liebesleben hervorgehen konnten; aber bislang standen wir noch fragend vor dem ungelösten Räthsel: Wie sind aus niedrigen Gewächsen mit ausschließlich **ungeschlechtlicher** Vermehrung solche Pflanzen entstanden, die sich **geschlechtlich** fortpflanzen?

Diese Frage ist gleichbedeutend mit der Frage nach dem Ursprung der Liebe unserer Blumen. Daß die Blumen unserer Wiesen und Felder sich lieben und daß sie in dieser Liebe auf allerlei feine Künste gerathen sind, um ihr Sehnen zu stillen und der Welt ihren Blumenteppich in Fortdauer zu erhalten, das im Einzelnen zu zeigen wird die Aufgabe eines nachfolgenden Kapitels sein. An dieser Stelle versuchen wir der oben angeführten Frage nach dem Ursprung des pflanzlichen Liebeslebens gerecht zu werden, und wir werden sehen, daß gerade die Algen es sind, welche am geeignetsten erscheinen, Licht in dieses Gebiet botanischer Erkenntniß zu bringen; denn hier treffen wir alle möglichen Abstufungen des vegetativen und reproductiven Lebens: die niedrigsten Algen sind einzelne Zellen von mikroskopischer Kleinheit, die sich — ähnlich wie die im ersten Kapitel unseres „Illustrirten Pflanzenlebens" besprochenen Spaltpilze — ausschließlich durch Zweitheilung, d. h. ungeschlechtlich fortpflanzen. Ihre ganze Organisation ist eine so primitive, daß wir noch keine Gliederung in verschiedene Organe unterscheiden können: die kugelige oder langgestreckte Zelle ist Alles zugleich: Assimilations- und Fortpflanzungsorgan; sie ist vegetativ und reproductiv zugleich.

Etwas höher organisirte Algen sind mehrzellig, indem die durch Theilung einer Mutterzelle hervorgehenden Tochterzellen sich nicht mehr von einander trennen, sondern als Zellreihe oder Zellschicht oder Zellhaufen in einer „Colonie" vereiniget bleiben. Hier tritt uns schon ein Wechsel von verschiedenen Processen entgegen: hat nämlich der Zellkomplex eine gewisse Größe erreicht, so beginnen die durch weitere Theilungen entstehenden Tochterzellen, sich vom Ganzen abzulösen und jede für sich isolirt ein selbstständiges Leben zu führen, wachsend, sich wiederholt zweitheilend, um eine neue Colonie, einen neuen Zellkomplex zu bilden, der sich wieder ebenso verhält, wie die Muttter-Colonie.

Die vom mütterlichen Organismus sich ablösenden, eine selbständige Entwicklung antretenden Tochterzellen sind die auf dieser Stufe noch ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen. Bei vielen im Wasser lebenden Pflanzen sind es kugelige oder birnförmige Körper, die lebhaft umherschwimmen und daher den Namen Schwärm-

sporen oder Zoosporen erhielten — letztere Benennung wegen der thierähnlichen Bewegungsart. Haben sich diese schwärmenden ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen einige Zeit im Wasser herumgetummelt, so setzen sie sich irgendwo fest und beginnen entweder sofort zu keimen und sich zu einer mehrzelligen Pflanze zu entwickeln oder sie machen erst eine kürzere oder längere Ruheperiode durch, ehe sie ihre vegetative Entwicklung beginnen und je einer neuen Zellcolonie das Dasein geben.

Auch hier ist die ganze Entwicklungsgeschichte von der Wiege bis zum Grabe immer noch sehr einfach: die Pflanze beginnt mit einer einzigen Zelle, in unserem vorliegenden Falle mit einer zur Ruhe gelangten Schwärmspore, die in der Folge wächst, sich dann in zwei Zellen theilt, von denen jede weiter wächst und sich ebenfalls theilt, ohne daß die Tochterzellen auseinander treten, und so fort, bis der Zellkomplex, also die neue mehrzellige Pflanze, eine gewisse Größe erreicht hat, worauf dann die durch einmalige oder wiederholte Zweitheilung entstehenden Tochterzellen letzterer Generation aus einander treten und als Schwärmsporen den geschilderten Entwicklungsgang von Neuem beginnen.

Auf diese Weise entwickelt und vermehrt sich während des Winters und Frühjahres eine in Europa sehr weit verbreitete und gemeine Faden-Alge: Ulothrix zonata, die Kraushaar-Alge. Sie erscheint seit vielen Jahren regelmäßig jeden Winter in Form von grasgrünen Fadenbüscheln an den obern Bassins des Springbrunnens vor dem Polytechnikum in Zürich, wo sie oft während der kalten Nächte in starre Eiszapfen eingefriert, um jeweilen am Morgen wieder aufzuthauen, ohne in ihrer Entwicklung und Fortpflanzung dadurch gehemmt zu werden. Die gleiche Alge habe ich übrigens auch in verschiedenen Brunnenbetten von Zürich und Umgebung in Gesellschaft mit andern Tangen angetroffen, ebenso in kleineren Bächen, welche während der Schneeschmelze von den Höhen des Züricherberges thalwärts fließen und auf ihrem Grunde eine vielgestaltige Algenflora ernähren. Nach den Angaben verschiedener anderer Autoren darf angenommen werden, daß Ulothrix zonata in ganz Mittel-Europa bis zu den Alpen häufig vorkommt.

Die Länge der sattgrünen Ulothrix-Fäden ist nach Standort und Jahreszeit ungemein veränderlich. Während sie in den meisten Fällen kaum mehr als 5—10 Centimeter erreicht, habe ich doch im März 1876 am Springbrunnen-Bassin vor dem züricherischen Polytechnikum Kraushaar-Algen gesehen, welche die ansehnliche Länge von 50 und mehr Centimeter (bis 2 Fuß) erreichten.

Alle Fäden von Ulothrix zonata sind unverzweigte Zellreihen, deren einzelne Zellen im vegetativen Zustand cylindrische oder schwach tonnenförmig aufgetriebene Kammern darstellen. Die Querwände zwischen den auf einander folgenden Zellen stehen jederzeit senkrecht zur Längsaxe des Fadens und sind wie die cylindrische Außenwand glashell, durchsichtig, farblos, so daß man leicht den ganzen Inhalt der einzelnen Zelle ohne Weiteres sehen kann. Die cylindrische Wand ist in den meisten Fällen kürzer als der Querdurchmesser der Zelle; nur bei ganz jungen Zellreihen (Fig. 23, A und H) übertrifft die Länge der einzelnen Zelle die Fadendicke.

Im vegetativen Zustand findet sich in jeder Zelle ein grüner Plasma-Gürtel, welcher die Mittelzone der cylindrischen Längswand einnimmt (Fig. 22). Er enthält meistens auch mehrere sogen. Chlorophyllbläschen, die als kugelige Körper von lebhaft

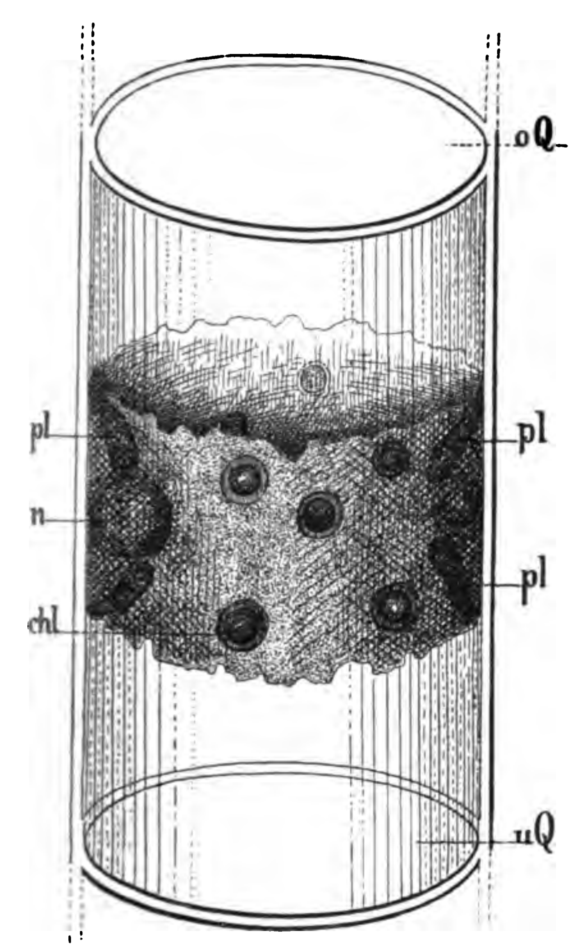


Fig. 22. Perspectivische Darstellung einer einzelnen Fadenzelle von Ulothrix zonata, in jungem, vegetativem Zustand. Vergr. ca. 1440.

oQ — obere Querwand.
uQ — untere Querwand.
n — Zellkern (Nucleus).
pl — unregelmäßige grüne Plasmaklumpen.
chl Chlorophyllbläschen.

grüner Farbe in's Innere der mit farbloser Flüssigkeit erfüllten Zelle vorspringen (chl Fig. 22). Letzteres gilt auch von einigen wandständigen, unregelmäßig geformten, grünen Plasma-Klumpen, welche im grünen Gürtel eingestreut sind (pl Fig. 22). Häufig erkennt man auch im Chlorophyllgürtel den wandständigen farblosen Zellkern (n Fig. 22).

Die in Fig. 23 A und H dargestellten Fäden und Fadenstücke zeigen die typische Form der Kraushaar-Alge im vegetativen Zustand.

Die Fäden wachsen dadurch in die Länge, daß sich jede einzelne Zelle streckt und nach Erreichung einer gewissen Größe sich durch eine horizontale Querwand in zwei gleichgroße Tochterzellen theilt, von denen sich jede wieder ebenso verhält, wie die Mutterzelle. Dieses allseitige Längenwachsthum dauert so lange fort, bis der Algenfaden eine beträchtliche Länge erreicht hat und sich dann anschickt, Fortpflanzungszellen, d. h. Schwärmsporen zu bilden.

Während des Winters pflanzt sich die Kraushaar-Alge in der Regel nur durch große Schwärmsporen, sogen. Makrozoosporen, fort, die entweder einzeln, oder zu zwei oder zu vier in jeder Fadenzelle entstehen.

Bevor diese Schwärmsporen gebildet werden, vermehrt sich das grüne Plasma in jeder Fadenzelle derart, daß die ganze Innenwand von demselben bedeckt wird. Der grüne Gürtel breitet sich auf die ganze cylindrische Zellwand aus und schließlich werden auch die ebenen Querwände von demselben bedeckt. Dann kann zweierlei eintreten: Entweder bildet sich der ganze Zellinhalt in eine einzige große Schwärmspore um, an welcher schon in der Mutterzelle ein rother Pigmentfleck (r in Fig. 23 B) sichtbar wird, oder es theilt sich der Zellinhalt erst durch eine horizontale Trennungsfläche in zwei gleich große Portionen, die entweder sofort in Schwärmsporen verwandelt werden oder selbst eine nochmalige Zweitheilung erleiden, wobei vier Makrozoosporen resultiren (Fig. 23 B und C, m'' und m⁴).

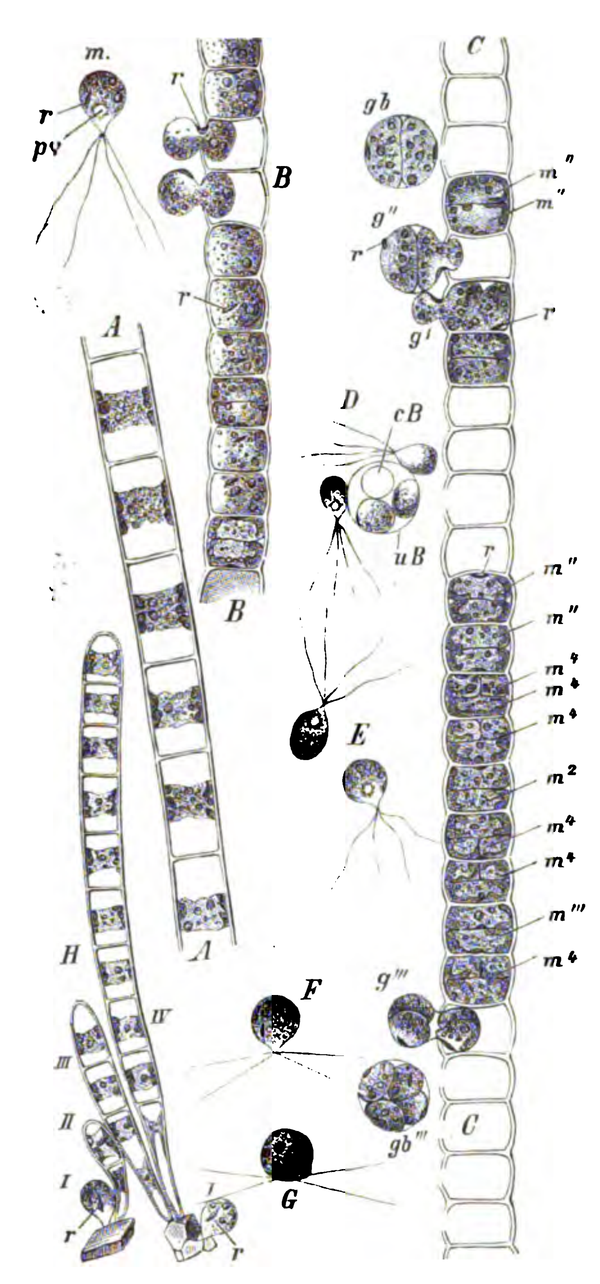


Fig. 23. **Ulothrix zonata**, die Kraushaar-Alge, in vegetativem Zustand und mit geschlechtslosen Schwärmsporen.

A — Stück eines Fadens im vegetativen Zustand. Jede Zelle besitzt ein gürtelförmiges grünes Plasma-Band auf der Innenseite der cylindrischen Längswand.

B — Stück eines Fadens mit reifen Makrozoosporen, die einzeln oder zu zwei in einer Zelle entstanden. Am obern Theil dieses Fadenstückes entleeren zwei Zellen bereits ihren Inhalt in Gestalt je einer großen Makrozoospore. r — rother Augenfleck.

C — Stück eines Fadens, in dessen Zellen ausschließlich Makrozoosporen und zwar je zwei oder vier in jeder Mutterzelle entstanden.

g' und g'' — verschiedene Geburtsstadien je zweier Makrozoosporen.

g''' — Geburt von vier in einer Fadenzelle entstandenen Makrozoosporen.

gb (oben bei C) — Geburtsballen einer soeben entleerten Zelle, zwei Makrozoosporen enthaltend.

gb''' (unten) — ein Geburtsballen mit vier reifen Makrozoosporen.

D — Vier auseinander tretende Makrozoosporen. uB — Umhüllungsblase. cB — Centrale Blase.

E — Zwei schwärmende Makrozoosporen.

F — Eine zur Ruhe gelangende Makrozoospore.

G — Dieselbe schief von Hinten gesehen.

H, I—IV. Makrozoosporen und die aus denselben hervorgehenden Keimpflänzchen. r — überall der rothe Augenfleck der Zoosporen.

Vergrößerung 400.

Während des Heranreifens der Schwärmsporen nehmen die Mutterzellen viel Wasser auf und schwellen mehr oder weniger stark tonnenförmig an. Endlich öffnet sich die einzelne Fadenzelle seitlich an der cylindrischen Wand durch Zerfließen eines Membranstückes; der rasch noch mehr Wasser aufnehmende Inhalt tritt durch die kleine Oeffnung heraus (Fig. 23 B und C g' g'' g''') und rundet sich sofort zu einem kugeligen Geburtsballen ab. Enthält der letztere zwei oder vier Makrozoosporen, so erkennt man leicht eine farblose, wasserhelle U m h ü l l u n g s b l a s e (uB in Fig. 23 D und g' g'' g''' gb und gb''' in C), welche den ganzen Ballen nach Außen abgrenzt. Im Innern findet sich

nebst den zwei oder vier Makrozoosporen noch eine kleinere, wasserhelle Blase (cB in Fig. 23 D), die man im Gegensatz zur äußern die centrale Blase genannt hat. Alle Bestandtheile des Geburtsballens nehmen während und nach dem Austritt aus der Mutterzelle so rasch Wasser auf, daß die Umhüllungsblase sowohl, als auch die centrale Blase im Wasser zerfließt und die sich abrundenden Schwärmsporen vollständig in Freiheit setzen.

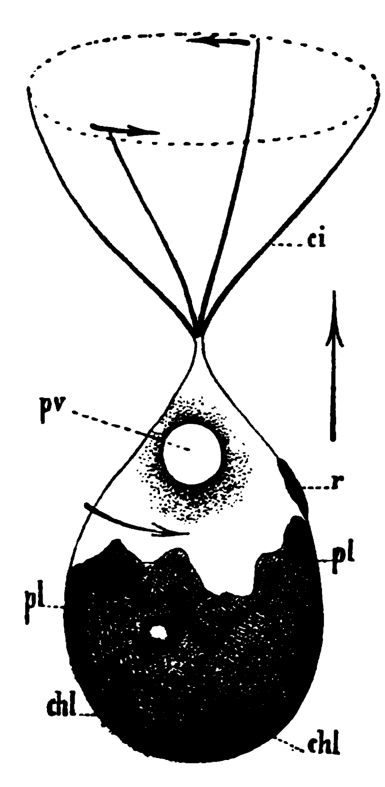


Fig. 24. Eine große Schwärmspore, Makrozoospore, von Ulothrix zonata in ihrer Axen- und Ortsbewegung.

ci — die vier Cilien am vordern Pol, in der Fläche eines Kegelmantels sich bewegend, dessen Spitze mit dem zugespitzten Pol der Makrozoospore zusammenfällt.

pv — pulsirende Vacuole in der Nähe des vordern Poles.

r — rother Augenfleck (Pigmentfleck).

pl — Plasma-Wülste, chl — Chlorophyllbläschen im grünen Hintertheil der Schwärmspore.

Die quer gerichteten Pfeile deuten die Rotation an, der senkrecht nach Oben gerichtete Pfeil veranschaulicht die Locomotion in der Richtung nach Vorn.

Vergrößerung circa 2000.

Die Schwärmsporen zeigen eine kugelig-birnförmige oder eiförmige Gestalt und tragen am vordern farblosen und spitzeren Pol vier lange haarförmige, farblose Anhängsel, die Cilien, welche sich lebhaft in der Fläche eines Kegelmantels bewegen und den ganzen Körper der Zoospore alsbald in eine Rotation versetzen, wobei sich der Schwärmer in der Richtung seiner Längsaxe auch von der Stelle bewegt (Fig. 24).

In geringer Entfernung vom vordern cilientragenden Pol bemerkt man im Sporenkörper eine pulsirende Vacuole (pv Fig. 24), die sich regelmäßig alle 12—15 Sekunden plötzlich zusammenzieht, um im Verlauf der nächsten 12—15 Sekunden vom unsichtbaren Anfang bis zum Maximum ihrer Größe wieder heranzuwachsen. Diese pulsirende Vacuole ist von einem farblosen, feinkörnigen Plasma umgeben, welches die Funktion der Zusammenziehung und Ausdehnung unter ganz ähnlichen Erscheinungen vollzieht, wie das gleichartige Gebilde in einem Infusorium. Es ist kein Zweifel, daß die pulsirenden Vacuolen der Schwärmsporen mancher Algen — ich sah in den Zoosporen der baumartig verzweigten Draparnaldia zwei regelmäßig in ihren Pulsationen mit einander abwechselnde Vacuolen — der gleichen physiologischen Funktion dienen, wie im Körper der Infusorien: die pulsirenden Vacuolen sind hier wie dort Respirations-Organe.

Der dickere Hintertheil der Makrozoospore erscheint an seiner Außenfläche in der größten Ausdehnung grün gefärbt. Hier treffen wir eine periphérische Plasma-Schichte von hellgrüner Farbe und einige Chlorophyllbläschen und Plasma-Wülste, die mehr oder weniger tief in's farblose, wässerige Innere der Zoospore hineinragen (chl und pl Fig. 24).

An der Grenze zwischen dem grünen und dem farblosen Sporentheil findet sich ein langgestreckter,

oft wulstig nach Außen vortretender rother Pigmentfleck, der sogenannte Augenfleck (r in Fig. 23 und 24).

Sobald die Makrozoosporen nach dem Austritt aus den Fadenzellen und nach dem Zerfließen der Umhüllungsblase in Freiheit gelangt sind, treten sie ihre Reise durch das Wasser an: die Cilien schwingen sich lebhaft in der durch Pfeile und eine punktirte Linie bei Fig. 24 angedeuteten Weise; der birnförmige Sporenkörper dreht sich in der Richtung des Querpfeiles (im untern Theil von Fig. 24) und eilt in der Richtung nach Vorn von dannen, indeß die pulsirende Vacuole im Innern des wandernden Körpers lebhaft arbeitet.

Da die Bildung und Entleerung von Schwärmsporen an demselben Algenfaden bei vielen Zellen gleichzeitig stattfindet, so bewegen sich alsbald Hunderte dieser lustigen Fortpflanzungszellen nach allen Richtungen durch das beleuchtete Gesichtsfeld des Mikroskopes. Es hält schwer, eine einzelne Schwärmspore von ihrer Geburt an bis zu jenem Augenblick zu verfolgen, wo sie ermüdet sich zur Ruhe begibt. In hundert Fällen, da wir ihren Gang zu verfolgen trachten, verliert sie sich unter der Menge der andern, wie ein aus rauchender Lohe aufsteigender Feuerfunke unter Tausenden seiner Augenblicksgenossen.

Indessen gelingt es doch bisweilen, eine einzelne Makrozoospore während der ganzen Zeit ihrer tollen Wanderung zu verfolgen. Unter natürlichen und durchaus normalen Verhältnissen schwankt die Zeit des Schwärmens zwischen 20 und 30 Minuten.

Da die Makrozoosporen etwas leichter sind, als das Wasser, in welchem sie sich wie kleine Thiere herumtummeln, so bewegen sie sich mit Vorliebe in der Nähe des Wasserspiegels. Auffallend ist ihr Verhalten gegen das Licht: Sie wandern regelmäßig dem einfallenden Licht entgegen; man nennt sie deßhalb positiv-heliotropisch, im Gegensatz zu andern Schwärmern, die sich regelmäßig vom Licht abwenden und darum negativ-heliotropisch genannt werden.

Von der Lichtfreundlichkeit der großen Schwärmsporen kann sich Jedermann durch ein sehr einfaches Experiment leicht überzeugen: Bringen wir im Winter oder im Anfang des Frühlings ein Büschel grüner Fäden von Ulothrix zonata in einen weißen Porcellanteller mit klarem Wasser an irgend eine Stelle des mäßig temperirten Zimmers, so wird man beim Ausschwärmen der Zoosporen — dasselbe findet vorwiegend in den Morgen- und Vormittagsstunden statt — alsbald erkennen, daß alle Makrozoosporen bei ihrem Schwärmen sich gegen die stärkste Lichtquelle, gegen das zunächststehende helle Fenster, wenden und in Form einer grünen Wolke sich auf der Fensterseite des Tellerrandes ansammeln und schließlich dort zur Ruhe gelangen. Die gleiche Erscheinung zeigen auch die grünen Schwärmsporen mancher anderer Algen.

Während der, 14 Monate in Anspruch nehmenden Untersuchung unserer Kraushaar-Alge gelang es mir auch, den Nachweis zu leisten, daß die Makrozoosporen von Ulothrix zonata nicht allein dem Tageslicht entgegeneilen, sondern ebenso empfindlich sind gegen das minder intensive künstliche Lampenlicht. Die Entdeckung dieser Thatsache war eine rein zufällige; sie genügte aber, um die durch eine andere geistreiche Theorie bedrohte Lehre vom Heliotropismus der Schwärmsporen neuerdings zu befestigen. Hier die kurze Aufzählung der diesbezüglichen Thatsachen: .

Während unter ganz normalen Verhältnissen die Geburt und das Schwärmen der Zoosporen von Ulothrix in die ersten Tagesstunden nach dem Sonnen-Aufgang

fällt, treten hierin fast regelmäßig Abweichungen auf, wenn die im Freien gewachsenen Algenfäden in Folge der Versetzung in's Zimmer einem raschen Temperaturwechsel unterworfen werden. Ich habe in verschiedenen Wintern grüne Fadenbüschel von Ulothrix, die in Eiszapfen starr zusammengefroren waren, im Zimmer langsam oder rasch in weißen Porcellantellern aufthauen lassen. Jedesmal schwärmten kurz nach dem Aufthauen zahllose Zoosporen aus den grünen schwimmenden Algen-Watten aus, gleichviel ob es Morgen oder Mittag, Abend oder Nacht. Hiebei treten nicht allein reife, sondern auch unreife Schwärmsporen aus den Fäden und man beobachtet während der Geburt und des Schwärmens verschiedene abweichende Erscheinungen, die wir in ihrer Gesammtheit als Charaktere von Frühgeburten bezeichnen wollen. Zu denselben gehört die Erscheinung des stundenlangen Schwärmens derselben Zoosporen, während doch die Schwärmzeit bei normaler Geburt nur 20—30 Minuten beträgt. Gegen das Licht sind die Frühgeburtsschwärmer ebenso empfindlich, wie die unter normalen Verhältnissen geborenen Makrozoosporen. Da aber jene ersteren sich stundenlang im Wasser herumtummeln, ehe sie zur Ruhe gelangen, so eignen sich die Frühgeburts-Zoosporen hauptsächlich zu Experimenten über den Heliotropismus.

Bringen wir nun am hellen Nachmittag Eiszapfen mit grünen Ulothrix-Fäden in's warme Zimmer, so erhalten wir im Wasser mit den aufgethauten Fäden alsbald eine grüne Wolke, die aus zahllosen schwärmenden Makrozoosporen besteht und sich am Tellerrand auf der Fensterseite ansammelt. Wir haben solche Wolken bis zur einbrechenden Nacht beobachtet. Bringt man aber nach dem Eintritt völliger Dunkelheit eine brennende Lampe in's Zimmer und zwar in die Nähe des Porcellantellers, so beobachtet man nach kurzer Zeit, daß die grüne Schwärmsporenwolke am Wasserspiegel quer über den Teller hinüber wandert, um der Lampe so nahe als möglich zu kommen. Drehen wir den Teller sorgfältig derart, daß nun die grüne Wolke möglichst weit vom einfallenden Lampenlicht entfernt liegt, so beginnt abermals eine Wanderung im Sinne gegen das einfallende Licht hin. Man kann das Experiment mehrmals wiederholen und wird immer das gleiche Resultat zu verzeichnen haben, bis die Schwärmer endlich zur Ruhe gelangen. In allen Fällen wird sich herausstellen, daß die Makrozoosporen von Ulothrix zonata gegen das Lampenlicht nicht minder empfindlich sind, als die bei Tag schwärmenden Zoosporen gegen das einfallende Tageslicht.

Die normal gebornen und unter natürlichen Verhältnissen schwärmenden Makrozoosporen suchen, wenn sie sich zur Ruhe begeben, einen festen Körper, an den sie sich anlehnen können. Sie berühren mit ihrem vordern, farblosen Pol z. B. den Rand des Tellers, oder sie stoßen mit dem gleichen Organ auf einen organischen oder unorganischen Splitter, der ihnen als Ruhepunkt dient. Die vier Cilien bewegen sich allmälig langsamer, nach und nach mit Unterbrechung; sie werden endlich starr (Fig. 23 F und G) und verschwinden, indem der nackte Sporenkörper an seiner Unterlage mit dem Vorderpol festklebt.

Welches Schicksal erleiden nun die zur Ruhe gekommenen großen Schwärmsporen?

Der grüne Anflug am Rand des Wasserspiegels im Porcellan-Teller gibt uns während der nächsten Tage vollständige Antwort: Zuerst streckt sich die eiförmige mit dem farblosen spitzern Pol aufsitzende Zoospore allmälig so in die Länge, daß sie einen

keulenförmigen Körper darstellt (Fig. 23 links unten in der Ecke: I. und II). Gleichzeitig bekleidet sie sich mit einer dünnen, farblosen, durchsichtigen Holzstoff-Membran, die man durch ein scharfes Mikroskop als eine oberflächliche Doppellinie erkennt. Hat der keulenförmige Körper eine gewisse Länge erreicht, so bildet sich eine als farblose Doppellinie erscheinende Querwand, welche den keuligen Körper in zwei Zellen theilt. Die untere Zelle ist gewöhnlich schlank, die obere dagegen beträchtlich dicker und reicher an grünem Plasma. Der keulenförmige zweizellige Körper (ebend. II) streckt sich weiter; dann theilt sich die eine und die andere Zelle wieder durch eine Querwand, wobei das junge Pflänzchen (ebend. III) zum vierzelligen Körper wird. Nach und nach erblaßt auch der rothe Fleck, welcher den „Augenpunkt" der ursprünglichen Schwärmspore darstellte.

Die Streckung des jungen Pflänzchens dauert nun auf der ganzen Länge fort. Jede einzelne Zelle wächst weiter und theilt sich, sobald sie eine gewisse Länge erreicht hat, durch eine Querwand in zwei Tochterzellen, die sich wieder ebenso verhalten. Das schon nach zwei Tagen aus vier Zellen bestehende Pflänzchen ist am dritten Tag unter günstigen Verhältnissen achtzellig (Fig. 23 H, IV), am vierten Tag besteht es aus 16 Zellen, am fünften Tag aus 32 Zellen, am zehnten Tag schon aus ca. 1000 Zellen, nach weitern fünf Tagen besteht der Faden aus circa 32,000 Zellen. Auf diese Weise bilden sich im Verlauf von ungefähr zwei Wochen unter günstigen Umständen, bei feucht-kalter Witterung (Thauwetter) aus den Makrozoosporen Fäden von mehreren Centimetern, ja bis zu einem halben Meter Länge.

Oft beginnt aber die Schwärmsporenbildung in diesen jungen Pflanzen, ehe sie das Alter von 2—3 Wochen erreicht haben, in ganz derselben Weise, wie bei der vorhergehenden Generation. Ich habe an Culturversuchen bewiesen, daß ein Faden der Kraushaar-Alge innerhalb zehn Tagen Großvater oder Großmutter sein kann und am zwanzigsten Tag schon eine Anzahl von Urenkeln besitzt.

Die Vermehrungskraft dieser grünen Faden-Alge übersteigt beinahe alle Begriffe und wird wohl nur von der Reproductionskraft der im ersten Kapitel unseres Pflanzenlebens besprochenen Spaltpilze übertroffen. Während eines günstigen Winters können sich auf dem beschriebenen ungeschlechtlichen Wege, einzig durch Bildung von großen Schwärmsporen die neuen Generationen alle 14 Tage wiederholen. Es können also im Verlauf der Monate vom November bis April circa 10 Generationen aufeinander folgen. Setzen wir den Fall, daß jeder Faden dieser winterlichen Generationen nur aus 20,000 Zellen bestehe, deren jede fähig ist, 1 oder 2 oder 4 große Schwärmsporen zu bilden, so beläuft sich die entwicklungsfähige Nachkommenschaft eines Fadens erster Generation im Mittel auf 40,000 junge Individuen. Könnten sich diese ohne Ausnahme und ebenso alle Keimlinge aus den Schwärmsporen der folgenden Generationen ungehindert entwickeln, so vermöchte die zweite Generation 40,000 × 40,000 = 1600 Millionen Makrozoosporen zu bilden. Nach circa 20 Wochen, also am Ende des Winters, beliefe sich die Zahl der durch 10 Generationen vermehrten Nachkommen eines einzigen Fadens auf die Summe von 1048576... mit 40 angehängten Nullen. Wir haben in unserer Sprache keine Zahlwörter, um dieses Produkt zu benennen.

Würden sich alle Fäden in der zehnten Generation nur auf die Länge von 25 Centimeter entwickeln — ich habe Fäden von 50 und mehr Centimeter Länge gesehen — so würde die Gesammtlänge aller Fäden der zehnten Generation in Kilometern ausgedrückt die Zahl 262144... mit 37 angehängten Nullen darstellen.

d. h. wenn alle Fäden zusammengeknüpft wären und in der Richtung eines Erdmeridianes auf unsern Planeten abgehaspelt werden könnten, so betrüge die Zahl dieser Erdumläufe nicht weniger als 65536 ... mit 33 angehängten Nullen.

Die angegebenen Zahlen mögen genügen, um uns die ungeheuer rasche Vermehrung zu erklären, durch welche in den kälteren Jahreszeiten alle jene grünen Algen sich auszeichnen, die als schwimmende Watten oder als grüne filzige Rasen nicht allein Brunnentröge, sondern ganze Kanäle, Straßengräben, langsam fließende Bäche mehr oder weniger auskleiden. Bis in die neueste Zeit war die Ansicht allgemein verbreitet, daß jene zudringlichen Organismen, die scheinbar plötzlich aufzutreten pflegen, ohne Weiteres freiwillig entstehen und zwar bloß aus Wasser und feuchter Erde, ohne mütterliche Zeugung.

Allein das Mikroskop hat uns auch hierin eines Bessern belehrt. Das unbewaffnete Auge erkennt die mikroskopischen Schwärmsporen nicht, welche der am Brunnen trinkende Sperling mit einem Tröpfchen Wasser an seinen Füßen unabsichtlich aus der nahen Pfütze mit sich geschleppt und im Brunnenbett abgegeben hat. Aber jene zufällig dahin gelangte Schwärmspore wächst während zehn Tagen zu einem tausendzelligen Faden heran und kann nach drei Wochen die Urgroßmutter von Millionen grüner Algenfäden sein. Kleine Ursachen, große Wirkungen!

Es ist wohl überflüssig, sich lange bei der Frage aufzuhalten, was aus den von Schwärmsporen abstammenden und selbst wieder schwärmsporenbildenden Faden wird, nachdem sie die lustigen Fortpflanzungszellen abgegeben haben. In der Regel entleeren alle Zellen eines Fadens (mit Ausnahme der plasma-armen Fußzelle) ihren Inhalt in Gestalt von Schwärmsporen. Dieser Proceß beginnt gewöhnlich am obern Ende des Fadens und schreitet bis zur absterbenden Fußzelle vor. Sobald aber die Mutterzellen ihre Sporen entleeren, sterben sie ab. Der ganze Faden stellt schließlich bloß noch eine Kette farbloser geöffneter Zellen dar, die nur noch aus todten Membrantheilen bestehen. Letztere zerfließen oder verwesen nach kürzerer oder längerer Zeit. In der Bildung von Schwärmsporen geht das Leben der mütterlichen Fadenalge auf.

Damit haben wir die Geschichte der geschlechtslosen Fortpflanzung erschöpft Dieses Bild ist für eine große Menge grüner Algen typisch, d. h. es paßt im Wesentlichen auf viele Algen des Meeres sowohl als der Süßwasser. Ja, bei manchen Tangen kennt man bis heute noch gar keine andere Fortpflanzungsart, als eben diese geschlechtslose, auf der Bildung von Schwärmsporen beruhende. In der That dürfen wir annehmen, daß es viele Algenarten gibt, die sich nur auf geschlechtslosem Wege vermehren, bei denen also noch keine Spur eines pflanzlichen Liebeslebens anzutreffen ist.

Allein unsere Kraushaar-Alge blieb nicht auf dieser niedrigen Stufe ungeschlechtlicher Vermehrung stehen; sie entwickelte sich noch einen kleinen Schritt weiter und führt uns in den unten zu erläuternden Erscheinungen an die Schwelle des von mannigfaltigster Poesie durchwirkten und umwobenen Pflanzen-Geschlechtslebens.

Die neue Phase in der Entwicklungsgeschichte dieser Alge tritt im Frühjahr auf. Es erscheinen nämlich auch Ulothrix-Fäden, welche in ihren Zellen nicht ausschließlich große Zoosporen bilden, sondern im Theilungsproceß des Zellinhaltes Schritt um Schritt weiter gehen, wobei kleine Schwärmsporen, sogen. Mikrozoosporen, zu 8, 16, 32 oder noch mehr in einer Fadenzelle entstehend, gebildet werden. Dergleichen Algenfäden bieten ein eigenthümliches Bild dar. Da sehen wir in der einen Fadenzelle

2 große, in einer benachbarten 8 kleine, in einer dritten Zelle 4 große, in einer vierten Kammer 32 kleine, in einer fünften Zelle 16 kleine, in einer sechsten und siebenten Zelle wieder 2 oder 4 große Zoosporen u. s. w., am gleichen Faden die bunteste Abwechslung in der Zahl der von den einzelnen Mutterzellen gebildeten Makro- und Mikrozoosporen.

In der vorgeschrittenen Jahreszeit (am Ende des Frühlings oder am Anfang des Sommers) dagegen treffen wir in der Regel nur noch Ulothrix-Fäden, die ausschließlich kleine Schwärmsporen, zu 8, 16 und 32 in jeder Zelle, bilden. Diese Mikrozoosporen entstehen dadurch, daß sich der grüne Zellinhalt der einzelnen Fadenzelle wiederholt zweitheilt, indem er erst in 2, dann in 4, hernach in 8, dann in 16 und endlich wohl auch in 32 Theile zerfällt. Es ist selbstverständlich, daß die einzelne Mikrozoospore um so kleiner sein wird, je größer die Anzahl der Schwestersporen, mit welchen zusammen sie die Mutterzelle erfüllt. In der That variirt die Größe der Mikrozoosporen ebenso stark als die Größe der Makrozoosporen, da die Größe der Mutterzelle keineswegs zur Anzahl der in ihr entstehenden Zoosporen in Beziehung steht.

Die Entstehungsweise, die Form und Organisation, wie die Art der Bewegung der Mikrozoosporen, all' diese Momente stimmen mit den entsprechenden der Makrozoosporen so vollständig überein, daß es zwischen den Makro- und Mikrozoosporen von Ulothrix zonata keinen durchschlagenden Unterschied gibt, als die verschiedene Anzahl der Cilien am vorderen, farblosen, spitzern Pol. Während die Makrozoosporen vier Cilien besitzen, sind die Mikrozoosporen nur mit zwei Schwingfäden ausgestattet.

Wir haben oben die Makrozoosporen als ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen, d. h. als Gebilde kennen gelernt, von denen jedes, als Einzel-Individuum, befähiget ist, ohne Weiteres, ohne irgend eines besondern Antriebes von Außen zu bedürfen, sich zu einem neuen Algen-Pflänzchen, zu einem vielzelligen Faden zu entwickeln. Die Makrozoosporen verhalten sich also ähnlich, wie die durch Zweitheilung entstehenden Tochterzellen der Sproßpilze. Anders die Mikrozoosporen: — diese kleinen Dingerchen, die in Bau und Organisation ganz mit den Makrozoosporen übereinstimmen, sind nicht allein in ihren Bewegungen [illegible], sondern sie sind auch weniger egoistisch, [illegible], [illegible]: [illegible] sie sind schon mit einem [illegible] Charakter [illegible], der in ihrer weitern Entwicklung zum [illegible] sich emporschwingt: die Mikrozoosporen sind in ihrer [illegible] Entwicklung [illegible] und benehmen sich als Freier [illegible] Art.

Die Mikrozoosporen werden [illegible] mit einer [illegible] xB und einer [illegible] Fig. [illegible]. Der [illegible] und das Freiwerden [illegible] der Mikro- und Makrozoosporen [illegible]. Der rothe „Augenpunkt" und die [illegible] sind bei den [illegible] vorhanden, als bei den [illegible].

[illegible] die Mikrozoosporen [illegible] sind, so bieten sie uns [illegible] anderer Vorgang botanischer [illegible].

[illegible] aufeinander folgende [illegible] genügend auch bei [illegible] unter dem Mikroskop [illegible] mannigfaltiger und

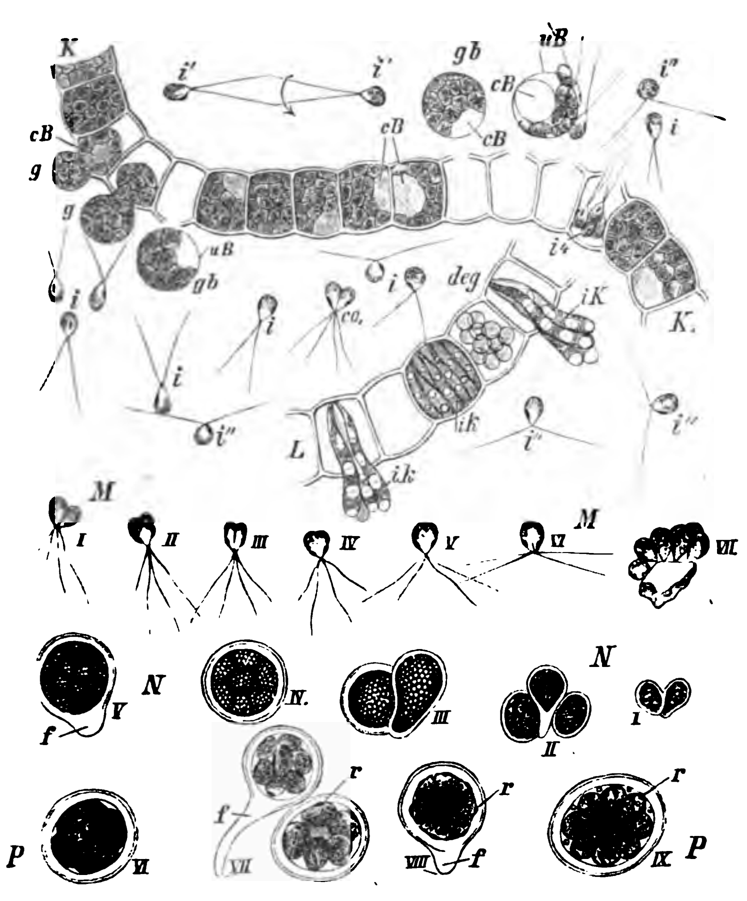


Fig. 25. **Ulothrix zonata**, die Kraushaar-Alge, mit den copulationsfähigen Schwärmsporen (Mikrozoosporen). Die primitiven Geschlechtszellen vor, während und nach der Copulation. Vergrößerung 400.

KK — Fadenstück mit Mikrozoosporen. gg — Geburtsstadien.
cB — centrale Blase. gb — Geburtsballen. uB — Umhüllungsblase.
i⁴ — vier in der Mutterzelle gefangen bleibende Mikrozoosporen.
ii — einzelne Mikrozoosporen während des Schwärmens.
i'i' — zwei einander gegenüberstehende, sich nur mit den vorderen Cilien-Enden berührende und gemeinsam rotirende Mikrozoosporen.
co — zwei sich paarende (copulirende) Mikrozoosporen.
i''i'' — isolirte (nicht gepaarte) Mikrozoosporen, zur Ruhe gelangend, mit erstarrten Cilien.
L — Fadenstück mit nur zum Theil entleerten Zellen.
ik (in der mittleren Zelle des Fadenstückes) — Keimpflänzchen aus nicht copulirten Mikrozoosporen, die in der Mutterzelle gefangen blieben.
iK — weiter entwickelte Keimpflänzchen aus nicht copulirten, gefangen gebliebenen Mikrozoosporen.
deg — degenerirte, gefangen gebliebene Mikrozoosporen.
M, I—VI — aufeinander folgende Copulationsstadien. VII — eine Gruppe von soeben zur Ruhe gelangten Zygosporen (Paarungs-Produkte).
N, I—V — aufeinander folgende Wachsthumsstadien der Zygosporen.
P, VI—IX — verschiedene Zygosporen, im Innern eine kleinere oder größere Zahl von Zoosporen enthaltend.
(Alle Figuren nach der Natur gezeichnet.)

toller als das Schauspiel eines übervölkerten Maskenballes. Während sich an den einen Fadenzellen die Seitenwand öffnet, um dem strotzenden Haufen von 8, 16 oder 32 kleinen Schwärmspörchen einen engen Ausgang zu bilden, drängen sich die soeben aus andern Zellen gebornen, noch in der Umhüllungsblase (uB Fig. 25) liegenden Mikrozoosporen durch ruckweise Bewegungen auseinander. Die Umhüllungsblase sowohl, als auch die centrale Blase cB nehmen rasch immer mehr Wasser auf und zerfließen binnen weniger Sekunden vollständig im Wasser. Die Schwärmspörchen wimmeln auseinander und bewegen sich in Zickzacklinien und Kurven verschiedenster Art nach allen Richtungen der Windrose. Hunderte und Tausende dieser tollen Dingerchen umschwärmen sich lusttrunken unter Erscheinungen, die unwillkürlich an die Tragik und Komik menschlichen Thuns und Treibens erinnern. Da balgen sich zwei Schwärmer in Liebe oder Haß; sie zerren sich lebhaft herum, ihre Cilien sind verstrickt (Fig. 25 i' i'); sie machen sich wieder los, um anderswo neue Raufereien zu

beginnen. Dort prallen zwei Mikrozoosporen mit ihren spitzern Vorderpolen aufeinander: momentan hört ihre Bewegung auf, bis sie sich vom Schrecken erholt haben; das dauert aber nur zwei, drei Sekunden und nun beginnt ein rasender Wirbeltanz, der bald langsamer, bald schneller den Wassertropfen nach allen Richtungen durchmißt. Es folgen Ruhepausen, neue Rauf-Bewegungen und abermaliges Tanz-Gezänke, bis die Zwei feindlich auseinander gehen, indeß anderswo Dutzende von wirbelnden Pärchen sich innig vereinigen und für ihr ganzes Leben einen Bund eingehen. Dieser letztere Vorgang vollzieht sich folgendermaßen: Zwei Mikrozoosporen, die aus verschiedenen Mutterzellen desselben Fadens oder von verschiedenen Fäden abstammen, kommen gelegentlich im Gewimmel der zahllosen Tanzenden derart miteinander in Berührung, daß die eine sich an die Seite der andern lehnt und die Vorderpole mit einander verschmelzen. Das ist der Liebe erster Kuß au den unteren Grenzen des pflanzlichen Liebeslebens. Die beiden Verliebten tanzen gemeinsam um ihre Axe, indeß sie sich immer enger aneinander schmiegen. Hiebei verschmelzen beide birnförmigen Schwärmsporenkörper seitlich so miteinander, daß sie schließlich bloß noch einen einzigen rundlichen oder ovalen Körper darstellen, der an seinem vordern Pol nun 2 × 2 Cilien trägt, indeß an der Grenze zwischen dem farblosen und dem grünen Sporentheil zwei einander abgewendete rothe „Augenpunkte" zu sehen sind. Die vier Cilien bewegen sich im Beginn des Copulations-Vorganges ungeheuer rasch; nach und nach ermüden sie aber und die Bewegungen werden mehr und mehr langsamere. Schließlich büßen die Cilien ihre Beweglichkeit vollständig ein, sie erstarren und verschwinden hierauf in kurzer Zeit.

Ich habe in Fig. 25 M I bis M VII die verschiedenen Copulationsstadien zweier sich paarender Mikrozoosporen bildlich dargestellt. Bei M I beginnt die Copulation, indem sich eine Mikrozoospore seitlich an eine andere anlegte und die Verschmelzung beider an dem Vorderpol (mit den Cilien) ihren Anfang nimmt. Die beiden rothen Augenflecke sind einander abgewendet, gleichsam eine Illustration zu Göthe's Worten:

„Ein Mädchen, das an meiner Brust
„Mit Aeugeln schon dem Nachbar sich verbindet."

Bei M II ist die Verschmelzung bis zum grünen Pol vorgeschritten. Dort zeigt nur noch eine leichte Einbiegung, daß der birnförmige Körper eigentlich aus zwei Theilen entstanden ist. Bei III, IV und V wird auch diese Spur noch verwischt, indeß der tolle Tanz in eine intermittirende langsame Rotation übergeht. Bei VI sind die Cilien erstarrt.

Dieser wunderbare Proceß der Copulation zweier gleichartiger Schwärmsporen vollzieht sich mit einer fabelhaften Schnelligkeit. Innerhalb weniger Minuten sind alle Phasen des ganzen Vorganges durchlaufen; nur in einem einzigen Falle, wo ich drei Mikrozoosporen zusammen eine Copulation eingehen sah, dauerte der ganze Proceß über eine Stunde. Wie sich die pulsirenden Vacuolen der zwei sich paarenden Schwärmer während des Vorganges verhalten, konnte ich wegen der Kleinheit der Objekte nicht ermitteln. Der Leser wird dies begreiflich finden, wenn er sich daran erinnert, daß unsere Figur 25. bei 400-facher linearer Vergrößerung (160,000-facher Flächenvergrößerung) gezeichnet wurde und daß auf der Oberfläche des Mittelfinger-Nagels nicht weniger als ungefähr 5,000,000 solcher copulationsfähiger Mikrozoosporen neben einander Platz haben würden.

Während die eingangs beschriebenen Makrozoosporen, d. h. die großen, nicht paarungsfähigen Schwärmer specifisch leichter sind als das Wasser, in welchem sie sich bewegen, sind die Mikrozoosporen etwas schwerer; auch bewegen sich letztere meist vom einfallenden Lichte weg; copulirte und nicht copulirte Mikrozoosporen setzen sich meistens an dunkeln Stellen zur Ruhe, z. B. an organischen Splittern, an Sandkörnern, Kalkkrystallen (Fig. 25 M VII) oder an beschatteten Stellen des Porcellantellers, in welchem die Algen liegen.

Der birnförmige Körper, welcher aus der Vereinigung zweier Mikrozoosporen entsteht, wird Jochspore oder Zygospore genannt. Er repräsentirt ein neues, einzelliges Pflänzchen, das einen farblosen Pol besitzt, mit dem es sich als Fuß an seine Unterlage anheftet, während der entgegengesetzte Pol kugelig abgerundet ist, grün erscheint und, nach Oben gerichtet, den Scheitel des neuen Pflänzchens darstellt (Fig. 25 M VII). Oft sammeln sich zahlreiche Zygosporen an derselben Stelle, so daß ein ganzer Rasen entsteht.

Sobald die Zygospore ihre Cilien abgeworfen hat, bekleidet sie sich mit einer glashellen Holzstoffmembran; sie erscheint dann mit doppelter Linie conturirt (Fig. 25 N I). Die rothen „Augenpunkte" verschwinden, das grüne Plasma vertheilt sich gleichmäßig im dickern, obern Theil des Zygosporenkörpers, letzterer selbst nimmt an Umfang zu, indeß der farblose Pol, das Fußstück (f f Fig. 25) oft zu einem wurzelartigen Gebilde auswächst. Das Wachsthum der Zygosporen ist ein sehr langsames. Mitten im Sommer steht es vollständig still und macht eine Ruhepause bis zum Eintritt des Winters. Dann nimmt das einfache Pflänzchen neuerdings an Umfang zu; die kleinen grünen Plasmakörner im Innern werden größer und ordnen sich endlich in ein maschiges Netz (Fig. 25 N IV und V). Im weitern Verlauf bildet sich der ganze Inhalt der Zygospore in eine größere oder kleinere Zahl von Zoosporen um (Fig. 25 P VI bis IX), die — 4, 5, 6, 8 bis 14 an der Zahl — durch Abrundung mehr und mehr auseinander treten, indeß die Haut der Zygospore stark aufquillt. Diese Zoosporen im Innern der Zygospore sind von gleicher Form und von gleichem Aussehen wie die Schwärmsporen aus den Fadenzellen von Ulothrix. Sie besitzen einen rothen „Augenfleck" und vermögen, wenn sie in der Zygospore gefangen bleiben, bis zu einem gewissen Grade zu keimen. Ohne Zweifel sind sie die Fortpflanzungszellen, aus denen auf ungeschlechtlichem Wege — also ohne Weiteres — die ersten grünen Ulothrix-Fäden des Winters hervorgehen, welche ihrerseits nun in rasch aufeinander folgenden Generationen nur geschlechtslose, große Schwärmsporen zu bilden vermögen, bis dann gelegentlich im Frühjahr wieder Generationen mit Mikrozoosporen auftreten und die Copulations-Vorgänge überwiegen.

Wir haben gesehen, daß die sich paarenden kleinen Schwärmsporen gleichartig organisirt, gleich groß und gleich beweglich sind, während man bei höheren Algen copulirende Zellen antrifft, die sich ungleich verhalten und darum leicht als männliche und weibliche Fortpflanzungszellen von einander unterschieden werden können. Wir haben ferner gesehen, daß die kleinen copulationsfähigen Schwärmer von Ulothrix nicht allein unter sich gleich sind, so daß von einem Geschlechtsunterschied hier noch Nichts wahrzunehmen ist, sondern daß sie auch den großen, nicht copulationsfähigen Schwärmern, den Makrozoosporen, gleichen und sich von diesen nur durch ihre etwas kleinern Dimensionen und die geringere Zahl von (zwei statt vier) Cilien unterscheiden. Noch

auffallender ist das Verhalten der paarungsfähigen Mikrozoosporen bei unterdrückter, bei ausgebliebener Copulation. Wir gelangen also endlich zur Frage:

Welches Schicksal erleiden die Mikrozoosporen dann, wenn sie aus irgend einem Grunde die Copulation verfehlen?

Wenn wir die kleinen munteren Schwärmer unter dem Mikroskop lustig wimmeln sehen, so nehmen wir unwillkürlich Partei für sie. Wir sympathisiren mit ihnen und bekümmern uns für das Schicksal der einzelnen dieser tollen Tänzer. Nun sehen wir nicht selten, daß beim Schwärmen der Mikrozoosporen die eine und andere der paarungsfähigen Zellen kein zweites Ich findet, um sich mit diesem copuliren zu können. Die Paarung kann unter folgenden Verhältnissen unterbleiben: Einmal verirren sich die lebhaft schwärmenden Mikrozoosporen nicht selten dadurch, daß sie einzeln aus dem Gedränge der zahlreichen Tänzer hinwegeilen auf freiere Bahnen, wo sie allerdings ihrem tollen Freiheits- und Bewegungsdrang ohne Hemmniß Genüge leisten können, aber abseits vom großen Haufen kein zweites copulationsfähiges Individuum antreffen. Sodann geschieht es nicht selten, daß nur eine einzige Fadenzelle ihre Mikrozoosporen entläßt, während die benachbarten Fadenzellen entweder schon längst geboren haben oder aber erst viel später ihren Inhalt entleeren. Solche isolirt geborne Schwester-Zoosporen (die einer und derselben Mutterzelle entstammen) können wohl lustig schwärmen, vermögen aber unter einander keine Paarung einzugehen. Schon hier — an der untern Grenze des pflanzlichen Geschlechtslebens — gibt die Natur sozusagen ihren allgemeinen „Abscheu" gegen die Vereinigung zu nahe verwandter (schwesterlicher) Sexualzellen zu erkennen, welche Abneigung sich bis in die höchste Region des pflanzlichen Liebeslebens, bis zu den von Schmetterlingen und Bienen umgaukelten bunten, wohlriechenden und honigabsondernden Blumen geltend macht und die Hauptursache der wunderbarsten und erhebendsten Phänomene des Pflanzenlebens darstellt. Und selbst bei der gleichzeitigen Entleerung mehrerer Fadenzellen, wobei sich vor unseren Blicken Hunderte und Tausende von Mikrozoosporen wimmelnd belustigen und die meisten sich paaren, kann das Verhängniß die eine und die andere Mikrozoospore zum Cölibat verdammen, indem es dieselben in unnütze Raufereien mit Schwesterzellen oder auch mit schon copulirten andern Schwärmern verstrickt, wobei die kostbarste Zeit verloren geht; denn die Paarung kann erwiesenermaßen nur während der ersten wenigen Minuten des Schwärmens stattfinden. Endlich beobachtet man häufig einzelne Fadenzellen, die ihre Mikrozoosporen gar nicht zu gebären vermögen und letztere daher sammt und sonders gefangen bleiben. Auch wird häufig beobachtet, daß z. B. von 16 in einer Fadenzelle entstandenen Zoosporen bloß 12 in Freiheit gelangen, während die vier übrigen innerhalb der engen Geburtsöffnung liegen bleiben (Fig. 25 beim Fadenstück KK die Mikrozoosporen i^4, ebenso bei L: deg, ik).

Isolirt geborne Schwester-Zoosporen, sowie verirrte Schwärmer oder irgend aus andern Gründen zum Cölibat verurtheilte schwärmende Mikrozoosporen gelangen nach einiger Zeit ebenfalls auf dem Grund des Gewässers oder an irgend einer schattigen, dunkeln Stelle zur Ruhe, ganz ähnlich wie die Zygosporen, die aus der glücklich stattgehabten Paarung Anderer resultirten. Die cölibatären Mikrozoosporen setzen sich ebenfalls mit dem farblosen Pol fest, werfen ihre Cilien ab und — — beginnen ohne Weiteres zu keimen. Sehr oft sind allerdings dergleichen Mikrozoosporen-Keimlinge so schwach, daß sie früher oder später in unentwickeltem Kindes-Stadium absterben.

Häufig aber entwickeln sie sich ganz normal, im Anfang wohl etwas langsamer und unter mancherlei seltsamen Erscheinungen, die ich hier nicht besprechen will. Später aber wachsen sie ganz ähnlich wie die Keimpflanzen aus Makrozoosporen. Sie vermögen auch selbst wieder Zoosporen zu bilden und verrathen im Reifestadium keinerlei Schwäche, trotz unterbliebener Copulation.

Wenn Mikrozoosporen in ihrer eigenen Mutterzelle gefangen bleiben, so werden sie selbstverständlich nicht allein an der Paarung, sondern auch am Schwärmen verhindert. In diesen Fällen — sei es, daß bloß vier Zoosporen gefangen bleiben, während die übrigen ausschwärmen, sei es, daß alle Mikrozoosporen einer Fadenzelle am Ausschwärmen und Paaren verhindert werden — keimen die Gefangenen innerhalb der Mutterzelle (vergl. das Fadenstück L in Fig. 25, wo bei iK nur vier Schwärmer gefangen blieben und keimten, während in der mittleren Zelle desselben Fadenstückes bei ik sämmtliche 16 Zoosporen innerhalb der Mutterzelle keimten). Haben sie eine gewisse Entwicklungsstufe erreicht, so sprengen sie die Gefängnißmauern und wachsen als zarte Fäden aus der Mutterzelle heraus.

Durch diese Thatsachen ist denn schlagend bewiesen, daß die paarungsfähigen Mikrozoosporen von unserer Kraushaar-Alge, diese primitiven Geschlechtszellen, noch nicht so weit differenzirt sind, daß sie durchaus und unter allen Umständen einen Sexual-Act eingehen müssen, um einem neuen Individuum das Dasein zu geben, sondern daß sie, wie die ungeschlechtlichen Makrozoosporen, noch die Fähigkeit haben, auch ohne geschlechtlichen Vorgang an der Fortpflanzung theilzunehmen.

Die Paarung erscheint hier nur wie ein häufig eintretender glücklicher Zufall, der ebenso gut unterbleiben kann, ohne daß die hiezu befähigten Fortpflanzungszellen nutzlos zu Grunde gehen.

In den Mikrozoosporen von Ulothrix wohnen demnach gleichzeitig zwei Fähigkeiten: Ungeschlechtlichkeit, durch Vererbung von den ungeschlechtlichen Vorfahren dieser Algen überkommen, und Geschlechtlichkeit, letztere gleichsam erst erwachend, allmälig aufkeimend und daher unbestimmten, unfertigen Charakters, begünstiget vom reinen Zufall, der sich im Zusammentreffen zweier Schwärmspörchen aus verschiedenen Mutterzellen geltend macht.

Das pflanzliche Liebesleben spiegelt sich hier in seinen primitivsten Anfängen. Im Zufall hat es seinen Ausgangspunkt, im unwiderstehlichen Gesetz seinen von Poesie und Schönheit verherrlichten Höhepunkt erreicht. Die Natur macht täglich neue Versuche, um Neues zu schaffen und im tausendsten Falle gelingt es ihr einmal, aus unscheinbaren zufälligen Vorgängen das Material zu vollkommenen Gesetzen zu gewinnen.

Durch den Fortschritt von der ungeschlechtlichen Vermehrung zur geschlechtlichen Fortpflanzung sind die Organismen zur „Unsterblichkeit" gelangt. Die Vereinigung zweier Mikrozoosporen, welche gelegentlich aufeinander treffen, läßt die Bestandtheile zweier Zellen — welche jede für sich ein Individuum darstellt — zu einem neuen Wesen verschmelzen. Dabei heben sich allfällige krankhafte Dispositionen, die während der vegetativen Entwicklung durch feindliche Einwirkungen von Außen in den mütterlichen Zellen hervorgerufen wurden, beim Paarungsvorgange auf. Das neue, durch Paarung zweier Zellen entstehende Wesen wird durch die gegenseitige

oft wulstig nach Außen vortretender rother Pigmentfleck, der sogenannte Augenfleck (r in Fig. 23 und 24).

Sobald die Makrozoosporen nach dem Austritt aus den Fadenzellen und nach dem Zerfließen der Umhüllungsblase in Freiheit gelangt sind, treten sie ihre Reise durch das Wasser an: die Cilien schwingen sich lebhaft in der durch Pfeile und eine punktirte Linie bei Fig. 24 angedeuteten Weise; der birnförmige Sporenkörper dreht sich in der Richtung des Querpfeiles (im untern Theil von Fig. 24) und eilt in der Richtung nach Vorn von dannen, indeß die pulsirende Vacuole im Innern des wandernden Körpers lebhaft arbeitet.

Da die Bildung und Entleerung von Schwärmsporen an demselben Algenfaden bei vielen Zellen gleichzeitig stattfindet, so bewegen sich alsbald Hunderte dieser lustigen Fortpflanzungszellen nach allen Richtungen durch das beleuchtete Gesichtsfeld des Mikroskopes. Es hält schwer, eine einzelne Schwärmspore von ihrer Geburt an bis zu jenem Augenblick zu verfolgen, wo sie ermüdet sich zur Ruhe begibt. In hundert Fällen, da wir ihren Gang zu verfolgen trachten, verliert sie sich unter der Menge der andern, wie ein aus rauchender Lohe aufsteigender Feuerfunke unter Tausenden seiner Augenblicksgenossen.

Indessen gelingt es doch bisweilen, eine einzelne Makrozoospore während der ganzen Zeit ihrer tollen Wanderung zu verfolgen. Unter natürlichen und durchaus normalen Verhältnissen schwankt die Zeit des Schwärmens zwischen 20 und 30 Minuten.

Da die Makrozoosporen etwas leichter sind, als das Wasser, in welchem sie sich wie kleine Thiere herumtummeln, so bewegen sie sich mit Vorliebe in der Nähe des Wasserspiegels. Auffallend ist ihr Verhalten gegen das Licht: Sie wandern regelmäßig dem einfallenden Licht entgegen; man nennt sie deßhalb positiv-heliotropisch, im Gegensatz zu andern Schwärmern, die sich regelmäßig vom Licht abwenden und darum negativ-heliotropisch genannt werden.

Von der Lichtfreundlichkeit der großen Schwärmsporen kann sich Jedermann durch ein sehr einfaches Experiment leicht überzeugen: Bringen wir im Winter oder im Anfang des Frühlings ein Büschel grüner Fäden von Ulothrix zonata in einen weißen Porcellanteller mit klarem Wasser an irgend eine Stelle des mäßig temperirten Zimmers, so wird man beim Ausschwärmen der Zoosporen — dasselbe findet vorwiegend in den Morgen- und Vormittagsstunden statt — alsbald erkennen, daß alle Makrozoosporen bei ihrem Schwärmen sich gegen die stärkste Lichtquelle, gegen das zunächststehende helle Fenster, wenden und in Form einer grünen Wolke sich auf der Fensterseite des Tellerrandes ansammeln und schließlich dort zur Ruhe gelangen. Die gleiche Erscheinung zeigen auch die grünen Schwärmsporen mancher anderer Algen.

Während der, 14 Monate in Anspruch nehmenden Untersuchung unserer Kraushaar-Alge gelang es mir auch, den Nachweis zu leisten, daß die Makrozoosporen von Ulothrix zonata nicht allein dem Tageslicht entgegeneilen, sondern ebenso empfindlich sind gegen das minder intensive künstliche Lampenlicht. Die Entdeckung dieser Thatsache war eine rein zufällige; sie genügte aber, um die durch eine andere geistreiche Theorie bedrohte Lehre vom Heliotropismus der Schwärmsporen neuerdings zu befestigen. Hier die kurze Aufzählung der diesbezüglichen Thatsachen: .

Während unter ganz normalen Verhältnissen die Geburt und das Schwärmen der Zoosporen von Ulothrix in die ersten Tagesstunden nach dem Sonnen-Aufgang

fällt, treten hierin fast regelmäßig Abweichungen auf, wenn die im Freien gewachsenen Algenfäden in Folge der Versetzung in's Zimmer einem raschen Temperaturwechsel unterworfen werden. Ich habe in verschiedenen Wintern grüne Fadenbüschel von Ulothrix, die in Eiszapfen starr zusammengefroren waren, im Zimmer langsam oder rasch in weißen Porcellantellern aufthauen lassen. Jedesmal schwärmten kurz nach dem Aufthauen zahllose Zoosporen aus den grünen schwimmenden Algen-Watten aus, gleichviel ob es Morgen oder Mittag, Abend oder Nacht. Hiebei treten nicht allein reife, sondern auch unreife Schwärmsporen aus den Fäden und man beobachtet während der Geburt und des Schwärmens verschiedene abweichende Erscheinungen, die wir in ihrer Gesammtheit als Charaktere von Frühgeburten bezeichnen wollen. Zu denselben gehört die Erscheinung des stundenlangen Schwärmens derselben Zoosporen, während doch die Schwärmzeit bei normaler Geburt nur 20—30 Minuten beträgt. Gegen das Licht sind die Frühgeburtsschwärmer ebenso empfindlich, wie die unter normalen Verhältnissen geborenen Makrozoosporen. Da aber jene ersteren sich stundenlang im Wasser herumtummeln, ehe sie zur Ruhe gelangen, so eignen sich die Frühgeburts-Zoosporen hauptsächlich zu Experimenten über den Heliotropismus.

Bringen wir nun am hellen Nachmittag Eiszapfen mit grünen Ulothrix-Fäden in's warme Zimmer, so erhalten wir im Wasser mit den aufgethauten Fäden alsbald eine grüne Wolke, die aus zahllosen schwärmenden Makrozoosporen besteht und sich am Tellerrand auf der Fensterseite ansammelt. Wir haben solche Wolken bis zur einbrechenden Nacht beobachtet. Bringt man aber nach dem Eintritt völliger Dunkelheit eine brennende Lampe in's Zimmer und zwar in die Nähe des Porcellantellers, so beobachtet man nach kurzer Zeit, daß die grüne Schwärmsporenwolke am Wasserspiegel quer über den Teller hinüber wandert, um der Lampe so nahe als möglich zu kommen. Drehen wir den Teller sorgfältig derart, daß nun die grüne Wolke möglichst weit vom einfallenden Lampenlicht entfernt liegt, so beginnt abermals eine Wanderung im Sinne gegen das einfallende Licht hin. Man kann das Experiment mehrmals wiederholen und wird immer das gleiche Resultat zu verzeichnen haben, bis die Schwärmer endlich zur Ruhe gelangen. In allen Fällen wird sich herausstellen, daß die Makrozoosporen von Ulothrix zonata gegen das Lampenlicht nicht minder empfindlich sind, als die bei Tag schwärmenden Zoosporen gegen das einfallende Tageslicht.

Die normal gebornen und unter natürlichen Verhältnissen schwärmenden Makrozoosporen suchen, wenn sie sich zur Ruhe begeben, einen festen Körper, an den sie sich anlehnen können. Sie berühren mit ihrem vordern, farblosen Pol z. B. den Rand des Tellers, oder sie stoßen mit dem gleichen Organ auf einen organischen oder unorganischen Splitter, der ihnen als Ruhepunkt dient. Die vier Cilien bewegen sich allmälig langsamer, nach und nach mit Unterbrechung; sie werden endlich starr (Fig. 23 F und G) und verschwinden, indem der nackte Sporenkörper an seiner Unterlage mit dem Vorderpol festklebt.

Welches Schicksal erleiden nun die zur Ruhe gekommenen großen Schwärmsporen?

Der grüne Anflug am Rand des Wasserspiegels im Porcellan-Teller gibt uns während der nächsten Tage vollständige Antwort: Zuerst streckt sich die eiförmige mit dem farblosen spitzern Pol aufsitzende Zoospore allmälig so in die Länge, daß sie einen

keulenförmigen Körper darstellt (Fig. 23 links unten in der Ecke: I. und II). Gleichzeitig bekleidet sie sich mit einer dünnen, farblosen, durchsichtigen Holzstoff-Membran, die man durch ein scharfes Mikroskop als eine oberflächliche Doppellinie erkennt. Hat der keulenförmige Körper eine gewisse Länge erreicht, so bildet sich eine als farblose Doppellinie erscheinende Querwand, welche den keuligen Körper in zwei Zellen theilt. Die untere Zelle ist gewöhnlich schlank, die obere dagegen beträchtlich dicker und reicher an grünem Plasma. Der keulenförmige zweizellige Körper (ebend. II) streckt sich weiter; dann theilt sich die eine und die andere Zelle wieder durch eine Querwand, wobei das junge Pflänzchen (ebend. III) zum vierzelligen Körper wird. Nach und nach erblaßt auch der rothe Fleck, welcher den „Augenpunkt" der ursprünglichen Schwärmspore darstellte.

Die Streckung des jungen Pflänzchens dauert nun auf der ganzen Länge fort. Jede einzelne Zelle wächst weiter und theilt sich, sobald sie eine gewisse Länge erreicht hat, durch eine Querwand in zwei Tochterzellen, die sich wieder ebenso verhalten. Das schon nach zwei Tagen aus vier Zellen bestehende Pflänzchen ist am dritten Tag unter günstigen Verhältnissen achtzellig (Fig. 23 H, IV), am vierten Tag besteht es aus 16 Zellen, am fünften Tag aus 32 Zellen, am zehnten Tag schon aus ca. 1000 Zellen, nach weitern fünf Tagen besteht der Faden aus circa 32,000 Zellen. Auf diese Weise bilden sich im Verlauf von ungefähr zwei Wochen unter günstigen Umständen, bei feuchtkalter Witterung (Thauwetter) aus den Makrozoosporen Fäden von mehreren Centimetern, ja bis zu einem halben Meter Länge.

Oft beginnt aber die Schwärmsporenbildung in diesen jungen Pflanzen, ehe sie das Alter von 2—3 Wochen erreicht haben, in ganz derselben Weise, wie bei der vorhergehenden Generation. Ich habe an Culturversuchen bewiesen, daß ein Faden der Kraushaar-Alge innerhalb zehn Tagen Großvater oder Großmutter sein kann und am zwanzigsten Tag schon eine Anzahl von Urenkeln besitzt.

Die Vermehrungskraft dieser grünen Faden-Alge übersteigt beinahe alle Begriffe und wird wohl nur von der Reproductionskraft der im ersten Kapitel unseres Pflanzenlebens besprochenen Spaltpilze übertroffen. Während eines günstigen Winters können sich auf dem beschriebenen ungeschlechtlichen Wege, einzig durch Bildung von großen Schwärmsporen die neuen Generationen alle 14 Tage wiederholen. Es können also im Verlauf der Monate vom November bis April circa 10 Generationen aufeinander folgen. Setzen wir den Fall, daß jeder Faden dieser winterlichen Generationen nur aus 20,000 Zellen bestehe, deren jede fähig ist, 1 oder 2 oder 4 große Schwärmsporen zu bilden, so beläuft sich die entwicklungsfähige Nachkommenschaft eines Fadens erster Generation im Mittel auf 40,000 junge Individuen. Könnten sich diese ohne Ausnahme und ebenso alle Keimlinge aus den Schwärmsporen der folgenden Generationen ungehindert entwickeln, so vermöchte die zweite Generation 40,000 × 40,000 = 1600 Millionen Makrozoosporen zu bilden. Nach circa 20 Wochen, also am Ende des Winters, beliefe sich die Zahl der durch 10 Generationen vermehrten Nachkommen eines einzigen Fadens auf die Summe von 1048576 ... mit 40 angehängten Nullen. Wir haben in unserer Sprache keine Zahlwörter, um dieses Produkt zu benennen.

Würden sich alle Fäden in der zehnten Generation nur auf die Länge von 25 Centimeter entwickeln — ich habe Fäden von 50 und mehr Centimeter Länge gesehen — so würde die Gesammtlänge aller Fäden der zehnten Generation in Kilometern ausgedrückt die Zahl 262144 ... mit 37 angehängten Nullen darstellen,

d. h. wenn alle Fäden zusammengeknüpft wären und in der Richtung eines Erdmeridianes auf unsern Planeten abgehaspelt werden könnten, so betrüge die Zahl dieser Erdumläufe nicht weniger als 65536 ... mit 33 angehängten Nullen.

Die angegebenen Zahlen mögen genügen, um uns die ungeheuer rasche Vermehrung zu erklären, durch welche in den kälteren Jahreszeiten alle jene grünen Algen sich auszeichnen, die als schwimmende Watten oder als grüne filzige Rasen nicht allein Brunnentröge, sondern ganze Kanäle, Straßengräben, langsam fließende Bäche mehr oder weniger auskleiden. Bis in die neueste Zeit war die Ansicht allgemein verbreitet, daß jene zudringlichen Organismen, die scheinbar plötzlich aufzutreten pflegen, ohne Weiteres freiwillig entstehen und zwar bloß aus Wasser und feuchter Erde, ohne mütterliche Zeugung.

Allein das Mikroskop hat uns auch hierin eines Bessern belehrt. Das unbewaffnete Auge erkennt die mikroskopischen Schwärmsporen nicht, welche der am Brunnen trinkende Sperling mit einem Tröpfchen Wasser an seinen Füßen unabsichtlich aus der nahen Pfütze mit sich geschleppt und im Brunnenbett abgegeben hat. Aber jene zufällig dahin gelangte Schwärmspore wächst während zehn Tagen zu einem tausendzelligen Faden heran und kann nach drei Wochen die Urgroßmutter von Millionen grüner Algenfäden sein. Kleine Ursachen, große Wirkungen!

Es ist wohl überflüssig, sich lange bei der Frage aufzuhalten, was aus den von Schwärmsporen abstammenden und selbst wieder schwärmsporenbildenden Faden wird, nachdem sie die lustigen Fortpflanzungszellen abgegeben haben. In der Regel entleeren alle Zellen eines Fadens (mit Ausnahme der plasma-armen Fußzelle) ihren Inhalt in Gestalt von Schwärmsporen. Dieser Proceß beginnt gewöhnlich am obern Ende des Fadens und schreitet bis zur absterbenden Fußzelle vor. Sobald aber die Mutterzellen ihre Sporen entleeren, sterben sie ab. Der ganze Faden stellt schließlich bloß noch eine Kette farbloser geöffneter Zellen dar, die nur noch aus todten Membrantheilen bestehen. Letztere zerfließen oder verwesen nach kürzerer oder längerer Zeit. In der Bildung von Schwärmsporen geht das Leben der mütterlichen Fadenalge auf.

Damit haben wir die Geschichte der geschlechtslosen Fortpflanzung erschöpft Dieses Bild ist für eine große Menge grüner Algen typisch, d. h. es paßt im Wesentlichen auf viele Algen des Meeres sowohl als der Süßwasser. Ja, bei manchen Tangen kennt man bis heute noch gar keine andere Fortpflanzungsart, als eben diese geschlechtslose, auf der Bildung von Schwärmsporen beruhende. In der That dürfen wir annehmen, daß es viele Algenarten gibt, die sich nur auf geschlechtslosem Wege vermehren, bei denen also noch keine Spur eines pflanzlichen Liebeslebens anzutreffen ist.

Allein unsere Kraushaar-Alge blieb nicht auf dieser niedrigen Stufe ungeschlechtlicher Vermehrung stehen; sie entwickelte sich noch einen kleinen Schritt weiter und führt uns in den unten zu erläuternden Erscheinungen an die Schwelle des von mannigfaltigster Poesie durchwirkten und umwobenen Pflanzen-Geschlechtslebens.

Die neue Phase in der Entwicklungsgeschichte dieser Alge tritt im Frühjahr auf. Es erscheinen nämlich auch Ulothrix-Fäden, welche in ihren Zellen nicht ausschließlich große Zoosporen bilden, sondern im Theilungsproceß des Zellinhaltes Schritt um Schritt weiter gehen, wobei kleine Schwärmsporen, sogen. Mikrozoosporen, zu 8, 16, 32 oder noch mehr in einer Fadenzelle entstehend, gebildet werden. Dergleichen Algenfäden bieten ein eigenthümliches Bild dar. Da sehen wir in der einen Fadenzelle

2 große, in einer benachbarten 8 kleine, in einer dritten Zelle 4 große, in einer vierten Kammer 32 kleine, in einer fünften Zelle 16 kleine, in einer sechsten und siebenten Zelle wieder 2 oder 4 große Zoosporen u. s. w., am gleichen Faden die bunteste Abwechslung in der Zahl der von den einzelnen Mutterzellen gebildeten Makro- und Mikrozoosporen.

In der vorgeschrittenen Jahreszeit (am Ende des Frühlings oder am Anfang des Sommers) dagegen treffen wir in der Regel nur noch Ulothrix-Fäden, die ausschließlich kleine Schwärmsporen, zu 8, 16 und 32 in jeder Zelle, bilden. Diese Mikrozoosporen entstehen dadurch, daß sich der grüne Zellinhalt der einzelnen Fadenzelle wiederholt zweitheilt, indem er erst in 2, dann in 4, hernach in 8, dann in 16 und endlich wohl auch in 32 Theile zerfällt. Es ist selbstverständlich, daß die einzelne Mikrozoospore um so kleiner sein wird, je größer die Anzahl der Schwestersporen, mit welchen zusammen sie die Mutterzelle erfüllt. In der That variirt die Größe der Mikrozoosporen ebenso stark als die Größe der Makrozoosporen, da die Größe der Mutterzelle keineswegs zur Anzahl der in ihr entstehenden Zoosporen in Beziehung steht.

Die Entstehungsweise, die Form und Organisation, wie die Art der Bewegung der Mikrozoosporen, all' diese Momente stimmen mit den entsprechenden der Makrozoosporen so vollständig überein, daß es zwischen den Makro- und Mikrozoosporen von Ulothrix zonata keinen durchschlagenden Unterschied gibt, als die verschiedene Anzahl der Cilien am vorderen, farblosen, spitzern Pol. Während die Makrozoosporen vier Cilien besitzen, sind die Mikrozoosporen nur mit zwei Schwingfäden ausgestattet.

Wir haben oben die Makrozoosporen als ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen, d. h. als Gebilde kennen gelernt, von denen jedes, als Einzel-Individuum, befähiget ist, ohne Weiteres, ohne irgend eines besondern Anstoßes von Außen zu bedürfen, sich zu einem neuen Algen-Pflänzchen, zu einem vielzelligen Faden zu entwickeln. Die Makrozoosporen verhalten sich also ähnlich, wie die durch Zweitheilung entstehenden Tochterzellen der Spaltpilze. Anders die Mikrozoosporen: — diese kleinen Dingerchen, die in Bau und Organisation ganz mit den Makrozoosporen übereinstimmen, sind nicht allein in ihren Bewegungen eleganter, sondern sie sind auch weniger egoistisch, viel geselliger, umgangsbedürftig; ja sie sind schon mit einem moralischen Charakter behaftet, der in seiner weitern Entwicklung zum Familienleben sich emporschwingt: die Mikrozoosporen sind bei normaler Entwicklung verliebt und benehmen sich als Freier ganz nach thierischer Art.

Die Mikrozoosporen werden ebenfalls mit einer Umhüllungsblase (uB) und einer centralen Blase (cB in Fig. 25) geboren. Der Geburtsmechanismus und das Freiwerden ist bei Mikro- und Makrozoosporen identisch. Der rothe „Augenpunkt" und die pulsirende Vacuole sind bei den kleinen Schwärmern ebensowohl vorhanden, als bei den großen.

Wenn die Mikrozoosporen einmal in Freiheit gelangt sind, so bieten sie uns unter dem Mikroskop eine Erscheinung dar, wie kein anderer Vorgang botanischer Natur.

Gewöhnlich entleeren sich gleichzeitig mehrere oder viele aufeinander folgende Zellen eines mütterlichen Algenfadens. Und wenn die Entleerung gleichzeitig auch bei mehreren neben einander liegenden Fäden stattfindet, was man unter dem Mikroskop sehr häufig beobachtet, so bietet sich dem Beschauer ein Anblick dar, mannigfaltiger und

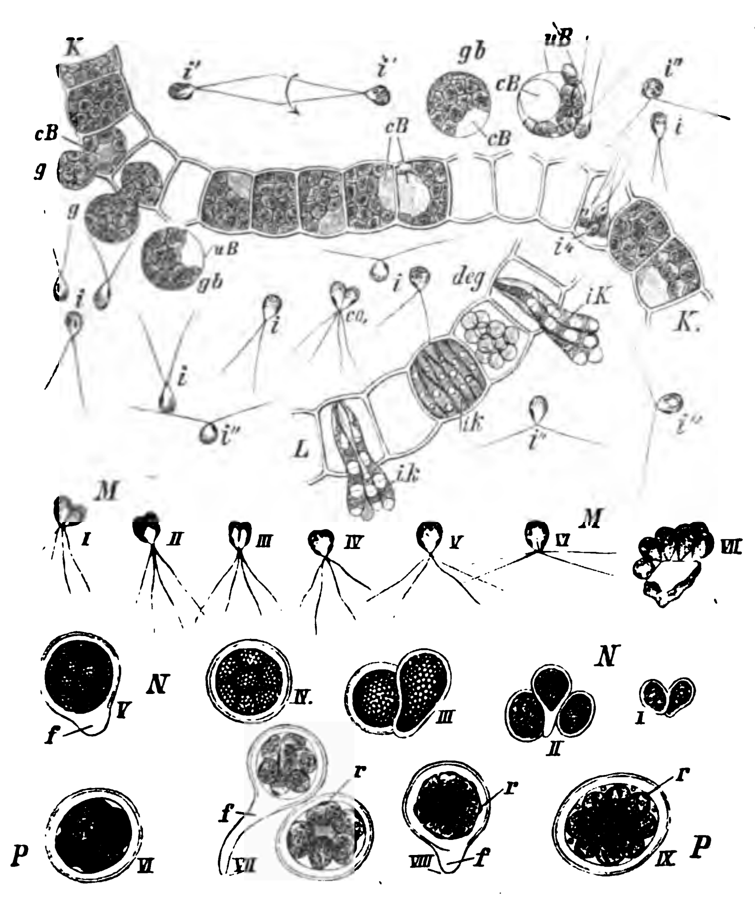


Fig. 25. **Ulothrix zonata**, die Kraushaar-Alge, mit den copulationsfähigen Schwärmsporen (Mikrozoosporen). Die primitiven Geschlechtszellen vor, während und nach der Copulation. Vergrößerung 400.

KK — Fadenstück mit Mikrozoosporen. gg — Geburtsstadien.
cB — centrale Blase. gb — Geburtsballen. uB — Umhüllungsblase.
i^4 — vier in der Mutterzelle gefangen bleibende Mikrozoosporen.
ii — einzelne Mikrozoosporen während des Schwärmens.
i' i' — zwei einander gegenüberstehende, sich nur mit den vorderen Cilien-Enden berührende und gemeinsam rotirende Mikrozoosporen.
co — zwei sich paarende (copulirende) Mikrozoosporen.
i" i" — isolirte (nicht gepaarte) Mikrozoosporen, zur Ruhe gelangend, mit erstarrten Cilien.
L — Fadenstück mit nur zum Theil entleerten Zellen.
ik (in der mittleren Zelle des Fadenstückes) — Keimpflänzchen aus nicht copulirten Mikrozoosporen, die in der Mutterzelle gefangen blieben.
iK — weiter entwickelte Keimpflänzchen aus nicht copulirten, gefangen gebliebenen Mikrozoosporen.
deg — degenerirte, gefangen gebliebene Mikrozoosporen.
M, I—VI — aufeinander folgende Copulationsstadien. VII — eine Gruppe von soeben zur Ruhe gelangten Zygosporen (Paarungs-Produkte).
N, I—V — aufeinander folgende Wachsthumsstadien der Zygosporen.
P, VI—IX — verschiedene Zygosporen, im Innern eine kleinere oder größere Zahl von Zoosporen enthaltend.
(Alle Figuren nach der Natur gezeichnet.)

toller als das Schauspiel eines übervölkerten Maskenballes. Während sich an den einen Fadenzellen die Seitenwand öffnet, um dem strotzenden Haufen von 8, 16 oder 32 kleinen Schwärmspörchen einen engen Ausgang zu bilden, drängen sich die soeben aus andern Zellen gebornen, noch in der Umhüllungsblase (uB Fig. 25) liegenden Mikrozoosporen durch ruckweise Bewegungen auseinander. Die Umhüllungsblase sowohl, als auch die centrale Blase cB nehmen rasch immer mehr Wasser auf und zerfließen binnen weniger Sekunden vollständig im Wasser. Die Schwärmspörchen wimmeln auseinander und bewegen sich in Zickzacklinien und Kurven verschiedenster Art nach allen Richtungen der Windrose. Hunderte und Tausende dieser tollen Dingerchen umschwärmen sich lusttrunken unter Erscheinungen, die unwillkürlich an die Tragik und Komik menschlichen Thuns und Treibens erinnern. Da balgen sich zwei Schwärmer in Liebe oder Haß; sie zerren sich lebhaft herum, ihre Cilien sind verstrickt (Fig. 25 i' i'); sie machen sich wieder los, um anderswo neue Raufereien zu

beginnen. Dort prallen zwei Mikrozoosporen mit ihren spitzern Vorderpolen aufeinander: momentan hört ihre Bewegung auf, bis sie sich vom Schrecken erholt haben; das dauert aber nur zwei, drei Sekunden und nun beginnt ein rasender Wirbeltanz, der bald langsamer, bald schneller den Wassertropfen nach allen Richtungen durchmißt. Es folgen Ruhepausen, neue Rauf-Bewegungen und abermaliges Tanz-Gezänke, bis die Zwei feindlich auseinander gehen, indeß anderswo Dutzende von wirbelnden Pärchen sich innig vereinigen und für ihr ganzes Leben einen Bund eingehen. Dieser letztere Vorgang vollzieht sich folgendermaßen: Zwei Mikrozoosporen, die aus verschiedenen Mutterzellen desselben Fadens oder von verschiedenen Fäden abstammen, kommen gelegentlich im Gewimmel der zahllosen Tanzenden derart miteinander in Berührung, daß die eine sich an die Seite der andern lehnt und die Vorderpole mit einander verschmelzen. Das ist der Liebe erster Kuß an den unteren Grenzen des pflanzlichen Liebeslebens. Die beiden Verliebten tanzen gemeinsam um ihre Axe, indeß sie sich immer enger aneinander schmiegen. Hiebei verschmelzen beide birnförmigen Schwärmsporenkörper seitlich so miteinander, daß sie schließlich bloß noch einen einzigen rundlichen oder ovalen Körper darstellen, der an seinem vordern Pol nun 2 × 2 Cilien trägt, indeß an der Grenze zwischen dem farblosen und dem grünen Sporentheil zwei einander abgewendete rothe „Augenpunkte" zu sehen sind. Die vier Cilien bewegen sich im Beginn des Copulations-Vorganges ungeheuer rasch; nach und nach ermüden sie aber und die Bewegungen werden mehr und mehr langsamere. Schließlich büßen die Cilien ihre Beweglichkeit vollständig ein, sie erstarren und verschwinden hierauf in kurzer Zeit.

Ich habe in Fig. 25 M I bis M VII die verschiedenen Copulationsstadien zweier sich paarender Mikrozoosporen bildlich dargestellt. Bei M I beginnt die Copulation, indem sich eine Mikrozoospore seitlich an eine andere anlegte und die Verschmelzung beider an dem Vorderpol (mit den Cilien) ihren Anfang nimmt. Die beiden rothen Augenflecke sind einander abgewendet, gleichsam eine Illustration zu Göthe's Worten:

„Ein Mädchen, das an meiner Brust
„Mit Aeugeln schon dem Nachbar sich verbindet."

Bei M II ist die Verschmelzung bis zum grünen Pol vorgeschritten. Dort zeigt nur noch eine leichte Einbiegung, daß der birnförmige Körper eigentlich aus zwei Theilen entstanden ist. Bei III, IV und V wird auch diese Spur noch verwischt, indeß der tolle Tanz in eine intermittirende langsame Rotation übergeht. Bei VI sind die Cilien erstarrt.

Dieser wunderbare Proceß der Copulation zweier gleichartiger Schwärmsporen vollzieht sich mit einer fabelhaften Schnelligkeit. Innerhalb weniger Minuten sind alle Phasen des ganzen Vorganges durchlaufen; nur in einem einzigen Falle, wo ich drei Mikrozoosporen zusammen eine Copulation eingehen sah, dauerte der ganze Proceß über eine Stunde. Wie sich die pulsirenden Vacuolen der zwei sich paarenden Schwärmer während des Vorganges verhalten, konnte ich wegen der Kleinheit der Objekte nicht ermitteln. Der Leser wird dies begreiflich finden, wenn er sich daran erinnert, daß unsere Figur 25. bei 400-facher linearer Vergrößerung (160,000-facher Flächenvergrößerung) gezeichnet wurde und daß auf der Oberfläche des Mittelfinger-Nagels nicht weniger als ungefähr 5,000,000 solcher copulationsfähiger Mikrozoosporen neben einander Platz haben würden.

Während die eingangs beschriebenen Makrozoosporen, d. h. die großen, nicht paarungsfähigen Schwärmer specifisch leichter sind als das Wasser, in welchem sie sich bewegen, sind die Mikrozoosporen etwas schwerer; auch bewegen sich letztere meist vom einfallenden Lichte weg; copulirte und nicht copulirte Mikrozoosporen setzen sich meistens an dunkeln Stellen zur Ruhe, z. B. an organischen Splittern, an Sandkörnern, Kalkkrystallen (Fig. 25 M VII) oder an beschatteten Stellen des Porcellantellers, in welchem die Algen liegen.

Der birnförmige Körper, welcher aus der Vereinigung zweier Mikrozoosporen entsteht, wird Jochspore oder Zygospore genannt. Er repräsentirt ein neues, einzelliges Pflänzchen, das einen farblosen Pol besitzt, mit dem es sich als Fuß an seine Unterlage anheftet, während der entgegengesetzte Pol kugelig abgerundet ist, grün erscheint und, nach Oben gerichtet, den Scheitel des neuen Pflänzchens darstellt (Fig. 25 M VII). Oft sammeln sich zahlreiche Zygosporen an derselben Stelle, so daß ein ganzer Rasen entsteht.

Sobald die Zygospore ihre Cilien abgeworfen hat, bekleidet sie sich mit einer glashellen Holzstoffmembran; sie erscheint dann mit doppelter Linie conturirt (Fig. 25 N I). Die rothen „Augenpunkte" verschwinden, das grüne Plasma vertheilt sich gleichmäßig im dickern, obern Theil des Zygosporenkörpers, letzterer selbst nimmt an Umfang zu, indeß der farblose Pol, das Fußstück (f f Fig. 25) oft zu einem wurzelartigen Gebilde auswächst. Das Wachsthum der Zygosporen ist ein sehr langsames. Mitten im Sommer steht es vollständig still und macht eine Ruhepause bis zum Eintritt des Winters. Dann nimmt das einfache Pflänzchen neuerdings an Umfang zu; die kleinen grünen Plasmakörner im Innern werden größer und ordnen sich endlich in ein maschiges Netz (Fig. 25 N IV und V). Im weitern Verlauf bildet sich der ganze Inhalt der Zygospore in eine größere oder kleinere Zahl von Zoosporen um (Fig. 25 P VI bis IX), die — 4, 5, 6, 8 bis 14 an der Zahl — durch Abrundung mehr und mehr auseinander treten, indeß die Haut der Zygospore stark aufquillt. Diese Zoosporen im Innern der Zygospore sind von gleicher Form und von gleichem Aussehen wie die Schwärmsporen aus den Fadenzellen von Ulothrix. Sie besitzen einen rothen „Augenfleck" und vermögen, wenn sie in der Zygospore gefangen bleiben, bis zu einem gewissen Grade zu keimen. Ohne Zweifel sind sie die Fortpflanzungszellen, aus denen auf ungeschlechtlichem Wege — also ohne Weiteres — die ersten grünen Ulothrix-Fäden des Winters hervorgehen, welche ihrerseits nun in rasch aufeinander folgenden Generationen nur geschlechtslose, große Schwärmsporen zu bilden vermögen, bis dann gelegentlich im Frühjahr wieder Generationen mit Mikrozoosporen auftreten und die Copulations-Vorgänge überwiegen.

Wir haben gesehen, daß die sich paarenden kleinen Schwärmsporen gleichartig organisirt, gleich groß und gleich beweglich sind, während man bei höheren Algen copulirende Zellen antrifft, die sich ungleich verhalten und darum leicht als männliche und weibliche Fortpflanzungszellen von einander unterschieden werden können. Wir haben ferner gesehen, daß die kleinen copulationsfähigen Schwärmer von Ulothrix nicht allein unter sich gleich sind, so daß von einem Geschlechtsunterschied hier noch Nichts wahrzunehmen ist, sondern daß sie auch den großen, nicht copulationsfähigen Schwärmern, den Makrozoosporen, gleichen und sich von diesen nur durch ihre etwas kleinern Dimensionen und die geringere Zahl von (zwei statt vier) Cilien unterscheiden. Noch

auffallender ist das Verhalten der paarungsfähigen Mikrozoosporen bei unterdrückter, bei ausgebliebener Copulation. Wir gelangen also endlich zur Frage:

Welches Schicksal erleiden die Mikrozoosporen dann, wenn sie aus irgend einem Grunde die Copulation verfehlen?

Wenn wir die kleinen munteren Schwärmer unter dem Mikroskop lustig wimmeln sehen, so nehmen wir unwillkürlich Partei für sie. Wir sympathisiren mit ihnen und bekümmern uns für das Schicksal der einzelnen dieser tollen Tänzer. Nun sehen wir nicht selten, daß beim Schwärmen der Mikrozoosporen die eine und andere der paarungsfähigen Zellen kein zweites Ich findet, um sich mit diesem copuliren zu können. Die Paarung kann unter folgenden Verhältnissen unterbleiben: Einmal verirren sich die lebhaft schwärmenden Mikrozoosporen nicht selten dadurch, daß sie einzeln aus dem Gedränge der zahlreichen Tänzer hinwegeilen auf freiere Bahnen, wo sie allerdings ihrem tollen Freiheits- und Bewegungsdrang ohne Hemmniß Genüge leisten können, aber abseits vom großen Haufen kein zweites copulationsfähiges Individuum antreffen. Sodann geschieht es nicht selten, daß nur eine einzige Fadenzelle ihre Mikrozoosporen entläßt, während die benachbarten Fadenzellen entweder schon längst geboren haben oder aber erst viel später ihren Inhalt entleeren. Solche isolirt geborne Schwester-Zoosporen (die einer und derselben Mutterzelle entstammen) können wohl lustig schwärmen, vermögen aber unter einander keine Paarung einzugehen. Schon hier — an der untern Grenze des pflanzlichen Geschlechtslebens — gibt die Natur sozusagen ihren allgemeinen „Abscheu" gegen die Vereinigung zu nahe verwandter (schwesterlicher) Sexualzellen zu erkennen, welche Abneigung sich bis in die höchste Region des pflanzlichen Liebeslebens, bis zu den von Schmetterlingen und Bienen umgaukelten bunten, wohlriechenden und honigabsondernden Blumen geltend macht und die Hauptursache der wunderbarsten und erhebendsten Phänomene des Pflanzenlebens darstellt. Und selbst bei der gleichzeitigen Entleerung mehrerer Fadenzellen, wobei sich vor unseren Blicken Hunderte und Tausende von Mikrozoosporen wimmelnd belustigen und die meisten sich paaren, kann das Verhängniß die eine und die andere Mikrozoospore zum Cölibat verdammen, indem es dieselben in unnütze Raufereien mit Schwesterzellen oder auch mit schon copulirten andern Schwärmern verstrickt, wobei die kostbarste Zeit verloren geht; denn die Paarung kann erwiesenermaßen nur während der ersten wenigen Minuten des Schwärmens stattfinden. Endlich beobachtet man häufig einzelne Fadenzellen, die ihre Mikrozoosporen gar nicht zu gebären vermögen und letztere daher sammt und sonders gefangen bleiben. Auch wird häufig beobachtet, daß z. B. von 16 in einer Fadenzelle entstandenen Zoosporen bloß 12 in Freiheit gelangen, während die vier übrigen innerhalb der engen Geburtsöffnung liegen bleiben (Fig. 25 beim Fadenstück KK die Mikrozoosporen i^4, ebenso bei L: deg, ik).

Isolirt geborne Schwester-Zoosporen, sowie verirrte Schwärmer oder irgend aus andern Gründen zum Cölibat verurtheilte schwärmende Mikrozoosporen gelangen nach einiger Zeit ebenfalls auf dem Grund des Gewässers oder an irgend einer schattigen, dunkeln Stelle zur Ruhe, ganz ähnlich wie die Zygosporen, die aus der glücklich stattgehabten Paarung Anderer resultirten. Die cölibatären Mikrozoosporen setzen sich ebenfalls mit dem farblosen Pol fest, werfen ihre Cilien ab und — — beginnen ohne Weiteres zu keimen. Sehr oft sind allerdings dergleichen Mikrozoosporen-Keimlinge so schwach, daß sie früher oder später in unentwickeltem Kindes-Stadium absterben.

Häufig aber entwickeln sie sich ganz normal, im Anfang wohl etwas langsamer und unter mancherlei seltsamen Erscheinungen, die ich hier nicht besprechen will. Später aber wachsen sie ganz ähnlich wie die Keimpflanzen aus Makrozoosporen. Sie vermögen auch selbst wieder Zoosporen zu bilden und verrathen im Reifestadium keinerlei Schwäche, trotz unterbliebener Copulation.

Wenn Mikrozoosporen in ihrer eigenen Mutterzelle gefangen bleiben, so werden sie selbstverständlich nicht allein an der Paarung, sondern auch am Schwärmen verhindert. In diesen Fällen — sei es, daß bloß vier Zoosporen gefangen bleiben, während die übrigen ausschwärmen, sei es, daß alle Mikrozoosporen einer Fadenzelle am Ausschwärmen und Paaren verhindert werden — keimen die Gefangenen innerhalb der Mutterzelle (vergl. das Fadenstück L in Fig. 25, wo bei iK nur vier Schwärmer gefangen blieben und keimten, während in der mittleren Zelle desselben Fadenstückes bei ik sämmtliche 16 Zoosporen innerhalb der Mutterzelle keimten). Haben sie eine gewisse Entwicklungsstufe erreicht, so sprengen sie die Gefängnißmauern und wachsen als zarte Fäden aus der Mutterzelle heraus.

Durch diese Thatsachen ist denn schlagend bewiesen, daß die paarungsfähigen Mikrozoosporen von unserer Kraushaar-Alge, diese primitiven Geschlechtszellen, noch nicht so weit differenzirt sind, daß sie durchaus und unter allen Umständen einen Sexual-Act eingehen müssen, um einem neuen Individuum das Dasein zu geben, sondern daß sie, wie die ungeschlechtlichen Makrozoosporen, noch die Fähigkeit haben, auch ohne geschlechtlichen Vorgang an der Fortpflanzung theilzunehmen.

Die Paarung erscheint hier nur wie ein häufig eintretender glücklicher Zufall, der ebenso gut unterbleiben kann, ohne daß die hiezu befähigten Fortpflanzungszellen nutzlos zu Grunde gehen.

In den Mikrozoosporen von Ulothrix wohnen demnach gleichzeitig zwei Fähigkeiten: Ungeschlechtlichkeit, durch Vererbung von den ungeschlechtlichen Vorfahren dieser Algen überkommen, und Geschlechtlichkeit, letztere gleichsam erst erwachend, allmälig aufkeimend und daher unbestimmten, unfertigen Charakters, begünstiget vom reinen Zufall, der sich im Zusammentreffen zweier Schwärmspörchen aus verschiedenen Mutterzellen geltend macht.

Das pflanzliche Liebesleben spiegelt sich hier in seinen primitivsten Anfängen. Im Zufall hat es seinen Ausgangspunkt, im unwiderstehlichen Gesetz seinen von Poesie und Schönheit verherrlichten Höhepunkt erreicht. Die Natur macht täglich neue Versuche, um Neues zu schaffen und im tausendsten Falle gelingt es ihr einmal, aus unscheinbaren zufälligen Vorgängen das Material zu vollkommenen Gesetzen zu gewinnen.

Durch den Fortschritt von der ungeschlechtlichen Vermehrung zur geschlechtlichen Fortpflanzung sind die Organismen zur „Unsterblichkeit" gelangt. Die Vereinigung zweier Mikrozoosporen, welche gelegentlich aufeinander treffen, läßt die Bestandtheile zweier Zellen — welche jede für sich ein Individuum darstellt — zu einem neuen Wesen verschmelzen. Dabei heben sich allfällige krankhafte Dispositionen, die während der vegetativen Entwicklung durch feindliche Einwirkungen von Außen in den mütterlichen Zellen hervorgerufen wurden, beim Paarungsvorgange auf. Das neue, durch Paarung zweier Zellen entstehende Wesen wird durch die gegenseitige

Aufhebung in den copulirenden Zellen allfällig vorhanden gewesener krankhafter Dispositionen neu erstarken und somit weit eher befähiget sein, im Wettbewerb um die Existenz, im Daseinskampf zu siegen, als wenn sich von Generation zu Generation durch ungeschlechtliche Vermehrung die Krankheiten fortpflanzen und mehr und mehr sich anhäufen können. Durch den höchst einfachen Vorgang der Copulation zweier ungleich disponirter Zellen schützt sich die große Mehrzahl der Pflanzen- und Thierarten vor dem Aussterben. Im Grunde ist dieser einfache Vorgang der Angelpunkt, um den sich Sein oder Nichtsein aller höheren Organismen dreht. Hier, bei der Kraushaar-Alge, ist dieser Vorgang noch unverkleidet; wir können ihn ohne große Mühe von Anfang bis zu Ende in seiner ganzen Blöße vor unsern Augen sich abspielen sehen und wir finden, daß der Genius des Fortschrittes, der sich in diesem Vorgange geltend macht, mit dem einen Fuß noch in der Ungeschlechtlichkeit der niedrigsten Gewächse steckt, mit dem andern Fuße aber die Schwelle betritt, welche aus dem Vorhof der Urpflanzen hinüberleitet in die Blumen-Prunkgemächer des mannigfaltigsten Liebeslebens unserer höhern Gewächse.

So zeigt uns denn das Unscheinbare, das Verachtete, sobald wir uns die Mühe nehmen, sein Werden und Entwickeln in allen Theilen zu durchforschen, ganz unerwartet den Anfang zur Lösung des Geheimnisses aller Geheimnisse. Die Blumen-Liebe ist nicht eine Tochter des Himmels; sie selbst hat ihren Anfang genommen in Vorgängen, die wir heute noch an manchen Wasserpflanzen sich abspielen sehen: sie ist in letzter Instanz eine Meer-Geborne — die alte Mythologie findet buchstäblich in der modernen Physiologie ihre Bestätigung. Wiefern dies richtig ist, werden uns weitere Kapitel zeigen.

— — ——×————

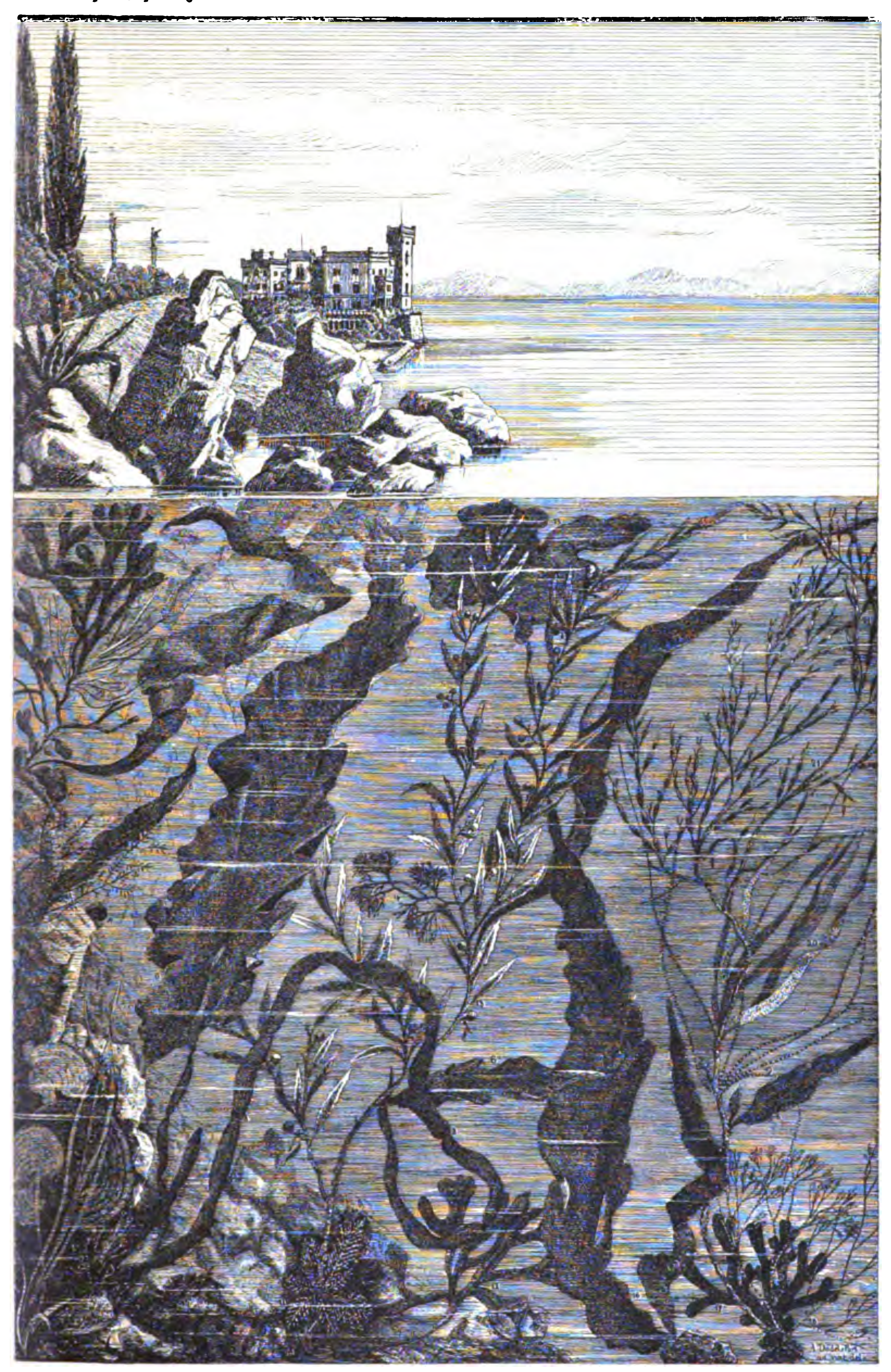
[illegible]

[illegible]

[illegible]

1. [illegible]
2. [illegible]
3. [illegible]
4. [illegible]
5. [illegible]
6. [illegible]
7. [illegible]
8. [illegible]
9. [illegible]
10. [illegible]
11. [illegible]
12. [illegible]
13. [illegible]
14. [illegible]
15. [illegible]
16. [illegible]
17. [illegible]
18. [illegible]
19. [illegible]
20. [illegible]
21. [illegible]

[illegible]



Meertange der Adria
bei Miramar.

V.

Ein Blick in die untergetauchte Flora der Adria.

> Man wirft den Poeten und Historikern vor, daß sie Hirngespinnste verfolgen; aber man muß sie wohl entschuldigen, wenn man sieht, wie selbst die positivsten Wissenschaften — die Geologie und die Botanik — Welten hervorzaubern, wie man sie kaum dem Talisman aus „Tausend und einer Nacht" zumuthen möchte.
>
> Edgar Quinet: Die Schöpfung, pag. 45.

„Das Meer!"

Wem ist dieses Wort ein Fremdname und dessen Begriff ein Räthsel?

Millionen sterblicher Menschenkinder haben es gesehen und die berühmtesten Culturvölker haben an seinem Strande gewohnt und sind groß geworden und ihre Künste sind bis diesen Tag von ihren Nachfolgern unerreicht geblieben.

Das herrliche Griechenland, diese klassische Lehrmeisterin der Menschheit — Griechenland verdankte zum größten Theil seine geistige Entwicklung der unübertroffenen Lage; die Wiege der Cultur war ringsum von den Wellen des Meeres umrauscht; die kleinen Menschen wurden im Anschauen des Meeres zu schaffenden Titanen und ihre Geisteswelt ist bevölkert worden von Göttern, die sie sich schufen aus den Ideen, welche das blauende Meer unter dem heitern Himmel ihnen aufgedrängt hat.

Das Meer — die Mutter alles Lebenden!

Die Poesie hat es in allen Tonarten besungen und die Kunst hat es in allen Farben verherrlichet; die Religionen der Culturvölker haben aus den Wundern des Meeres geschöpft, um ihre Himmel zu bevölkern und ihre Götter zu zieren und die Geschichte der Menschheit nahm ihren Ausgangspunkt am Meere.

Worin liegt sein Zauber, seine Allmacht, sein unwiderstehlicher Einfluß auf den einzelnen Menschen, wie auf die Gesammtheit?

Niemand vermag es in kurzen Worten auszusprechen und diejenigen, die seine Größe und seine Herrlichkeit am tiefsten empfinden — sie verstummen, weil sie nicht Worte finden, um den Gefühlen Ausdruck zu verleihen, welche sie durchbeben im Anschauen der Allmutter des Lebens!

Es war eine bloße Ahnung, als unsere Cultur-Vorgänger in den Schooß des Meeres die Geheimnisse der Entstehung des Lebens verlegten. Erst der Wissenschaft ist es zum eigentlichen Bewußtsein gekommen, daß jene Ahnung die Wahrheit enthält, daß unser Planet — eine Tochter der Sonne — zum ersten Mal Leben verspürte, als im Schooß des warmen Urmeeres das primitivste, das erste Klümpchen teigartigen Plasma's in's Dasein trat. Aus dem Meere stieg das erste Leben und wenn wir Festlandbewohner an seine Ufer zurückkehren und uns an seiner Schönheit erbauen, so folgen wir — instinktiv oder bewußt, je nach dem Stande unseres Naturerkennens — den Lockrufen der Mutter, die wir oft sehr lange zu vergessen vermochten.

In der That ist es keineswegs der Trieb nach neuen, sinnenreizenden Genüssen, noch viel weniger ein Hang zum ewigen Abwechseln im Naturgenuß, was den Forscher mit unwiderstehlicher Gewalt an das große Becken der Weltmeere hinzieht, sondern der allmächtige Drang der nach neuer Wahrheit dürstenden, nach neuem Wissen und besserem Verstehen ringenden Seele.

Das Festland steht allerdings mit seinen uns zugänglichen Theilen über dem Meere; aber es hat sich aus dem letzteren erhoben und seine Gestalten werden so lange ungelöste oder nur theilweise gelöste Räthsel bleiben, bis und so lange es dem forschenden Menschengeist nicht gelungen sein wird, die Räthsel alle zu lösen, welche das Meer unter seinem blauen Spiegel beherbergt.

Darum hat sich die Wissenschaft der Neuzeit angelegen sein lassen, dem emsigen Forscher Gelegenheit zu verschaffen, arbeitend und suchend, fragend und prüfend an der Lösung der vielen Räthsel des marinen Lebens mitzuthaten. Es entstanden in den letzten Jahren mehrere Institute als Stationen für die Erforschung der Lebewelt des Meeres. Dort — am Meeresufer — arbeitet continuirlich und abwechselnd eine größere Zahl von Forschern über den marinen Thieren und Pflanzen; kein Jahr geht dahin, ohne daß wir neue Resultate aus den Untersuchungen der Meeres-Fauna und Flora entgegenzunehmen hätten. „Man hat zahlreiche Pflanzen und Thiere des Meeres beschrieben und abgebildet. Aber wie viel bleibt noch für Feder und Pinsel zu thun übrig? Seit mehr als 2000 Jahren gehen die Untersuchungen fort und vervielfältigen sich von Jahrhundert zu Jahrhundert, aber wie Vieles ist noch unerfüllter Wunsch der Wissenschaft, selbst um nur die schon erworbenen Kenntnisse bis zu dem Grade der Vollendung zu erheben, deren sie fähig sind." (Lamarck.)

Es ist keine Frage, daß die exakte Forschung im Gebiete der Naturwissenschaften von Jahr zu Jahr rascher vorschreitet; aber es wäre thöricht, annehmen oder befürchten zu wollen, daß nach geraumer Zeit solch' emsigen Forschens die Wissenschaft am Ziele sein könnte, so zwar, daß unsere weiter forschenden Nachkommen am Ende gar keine Arbeit mehr zu bewältigen vorfänden. Im Gegentheil wird uns Allen Tag um Tag lauter und mächtiger die Ueberzeugung aufgedrängt: Des Forschens wird fürderhin niemals ein Ende sein; erst mit dem letzten Menschen wird der letzte Naturforscher zu Grabe gehen. Je tiefer wir — in der Naturerkenntniß fortschreitend — mit unsern Untersuchungen in das Getriebe der Lebewelt eindringen, desto kleiner und mangelhafter erscheinen uns die bisher gewonnenen Resultate, desto größer und höher thürmen sich die Räthsel und Fragen vor uns auf, welche beim Weiterarbeiten als unbeantwortet uns um Lösung bestürmen. Nur die oberflächliche Betrachtung der Dinge macht dünkelhaft

und sichselbstgenügend und es ist ein Werthmesser der Forschergabe, ob und wie viele und welche Fragen der Diener der Wissenschaft sich zu stellen weiß.

Der geneigte Leser mag diese Perspektive der Naturforschung eine trostlose nennen? Ist sie es denn wirklich? — Mit Nichten! Es ist auch hier der Ort, uns an den herrlichen Gedanken Lessings zu erinnern: Wenn Gott in seiner Rechten die reine Wahrheit, in seiner Linken bloß den Drang nach Erkenntniß hielte und mich wählen ließe, so möchte ich ihm in die Linke fallen. Der Besitz eines Gutes macht den Menschen weniger glücklich, als das Streben nach demselben und als das mühsame, successive Erringen. Und für den Strebenden ist jeder Erfolg auf dornenvoller Bahn Glück genug, um munter und unentwegt weiter dringen zu können. Hierin liegt die mächtige Triebfeder der Weiterentwicklung unseres Geschlechtes; denn es wächst der Mensch mit seinen Zwecken und nur der Fortschreitende hat ein Anrecht auf Vervollkommnung. In diesem Sinne haben wir die Pflege der Naturforschung als Cultur- und Entwicklungsfrage der ganzen menschlichen Gesellschaft aufzufassen: wer ihr hindernd in den Weg treten will, qualificirt sich als Antavist.

Das Meer ist das Reservoir der Wasser unseres Planeten. Aus ihm steigen die Dunstmassen, welche auf den Flügeln des Windes über die Continente dahineilen und als befruchtender Regen oder feuchtender Schnee die trockenen Festländer begießen. Zu ihm kehren dieselben Wassermassen nach längerem oder kürzerem Aufenthalt durch die Ströme und unterirdischen Quellen-Adern zurück. Das Meer ist Ausgangs- und Endpunkt des Kreislaufes der Gewässer unserer Erde, und da das Wasser die erste Grundbedingung alles Lebens, so haben wir das Meer als das Herz, als das Central-Organ unseres Planetenlebens zu betrachten. Pflanzen- und Thierwelt — Beides zusammen bildet ja vom Standpunkt des Biologen aus ein Einziges, Ganzes, Zusammengehöriges; denn die früher angenommenen scharfen Grenzen zwischen beiden Reichen existiren nicht, sondern Beide: Pflanzenreich und Thierreich, sind in ihren untersten Bezirken so innig mit einander verbunden, daß es dem größten Scharfsinn der Forscher bis heute noch nicht gelungen ist, einen wesentlichen Unterschied zwischen dem, was man die niedrigste Pflanze nennt und dem, was die Zoologen das niedrigste Thier heißen, zu constatiren. Beide — die typische Pflanze wie das typische Thier — haben ihren Ausgang genommen aus einem und demselben Zwischenreich, wo die Organismen — schwesterlich blutsverwandt — weder Pflanze noch Thier oder Beides zugleich waren.

Das Meer war es, welches jenes Zwischenreich hervorgebracht hat. Und die ganze Flora und Fauna, welche heute die Gewässer und die Festländer unseres Planeten bedecken und bevölkern, sind Abkömmlinge jener niedrigsten Organismen des Zwischenreiches, der Protisten. In diesem Sinne bilden Pflanzen- und Thierwelt zusammen eine einzige große Familie, deren Glieder alle unter einander und zu einander in näherer oder fernerer Blutsverwandtschaft stehen und in ihrem Thun und Treiben, im Werden und Vergehen sich gegenseitig bedingen. Es ist dasselbe „Blut", das in den Adern all' dieser Familienglieder rollt: das Wasser.

An das Wasser ist alles Leben gebunden. Wo diese Flüssigkeit verschwindet, da hält der Tod seinen Einzug: das lehren uns die Sandwüsten der Continente, wie die felsigen Lenden der Alpen, das lehrt uns der in Frost und Eis starrende Winter, wie die im heißen Sommer klingelnd-trockene Steintrümmerfläche des öden Karstgebirges.

Das trockene Festland ist ohne den periodisch wiederkehrenden Wasserzufluß unfruchtbar: alle lebendigen Gestalten des Festlandes sind somit in letzter Instanz auf die Segenspenderin „Meer" angewiesen. Nimm unserer Erde das Meer und sie wird ein todter Planet sein.

Wer zum ersten Mal — nicht als Kind, sondern als selbstbewußter Mensch — an das Meeresufer geführt wird, den überfällt mit Einem Mal oder auch abwechselnd der überwältigende Eindruck ungeahnter Größe und Erhabenheit der Gesammterscheinung und das erdrückende Gefühl der Vielgestaltigkeit im Einzelnen. Ueber uns die luftige Kuppel des Himmels, den wir bisher noch nie in dieser Ausdehnung gesehen haben; vor uns die endlose Fläche des klaren, nimmer sich gleichbleibenden Wasserspiegels, dessen fernste Grenzlinie in unmerklich gewölbtem Bogen uns umkreist, und unter uns, zu Füßen, die krystallklare Masse der salzigen Flüssigkeit, in welcher sich unsichtbar und sichtbar die tausend lebendigen Gestalten ihres Daseins freuen, die als Prototypen uns bekannter lebendiger Wesen ungeahnt uns mit Einem Mal eine ganze Welt neuer Eindrücke und Empfindungen aufdrängen.

Es ist nicht die Aufgabe unsers vorliegenden Kapitels, in alle die besprechbaren Phänomene einzutreten, welche im Anschauen des Meeres den Unvorbereiteten so leicht verwirren. Wir beschränken uns darauf, den Leser einzig an die untergetauchte Pflanzenwelt heranzuführen und an einigen der uns zunächst liegenden Beispielen zu zeigen, welche Lebens- und Entwicklungsvorgänge sich dort unter den Wassern abspielen, wo das Auge des Laien nur unverständliche Tanggestalten oder ein Chaos von Pflanzen- und Thierresten ohne jegliche Bedeutung zu sehen gewohnt ist.

Wir wählen die Flora der Adria, am Fuße des ödesten aller europäischen Gebirge, des Karstes.

Wer jemals die Eisenbahnstrecke zwischen Wien und Triest durchfahren hat, wird sich in freudiger Erregung an die Gebirgsherrlichkeiten des Semmerings und die landschaftlichen Reize der Steyermark erinnern; ewig unvergeßlich wird ihm der Eindruck bleiben, den die letzte Wegstrecke, von Adelsberg an bis Nabresina, der vorletzten Station, auf den Reisenden ausübt. Stundenlang rast der Bahnzug über die schauerliche Trümmerwelt des Karstgebirges, rechts und links Ausblicke gestattend auf meilenweite verwitterte, leichenfahle Schiefer-Felder, aus denen nur da und dort einige kümmerliche Wachholdersträucher emporragen, während die übrigen Holzgewächse nicht Erdreich und Feuchtigkeit genug finden, um ihr Dasein zu fristen. Dieses ganze schauerlich-öde Gebirge ist unterirdisch zerklüftet und von Natur aus derart drainirt, daß die atmosphärischen Niederschläge sich auf der Oberfläche fast nirgends anzusammeln vermögen, sondern auf Nimmerwiedersehen sofort im durchlöcherten und verwitterten Steinboden versickern. Murmelnde Bäche, sprudelnde Quellen und blauende Seeen kennt der arme Karstbewohner nur vom Hörensagen und Ueberschwemmungen, wie sie zeitweise doch in jedem andern Gebirge vorzukommen pflegen, sind dort eine Unmöglichkeit. Jahrtausende hindurch haben die Stürme und Platzregen über die Schiefer- und Marmorgesteine hinweggefegt, ohne eine nennenswerthe Veränderung hervorzubringen, als lokale Zusammenstürze verborgener unterirdischer Höhlen und damit zusammenhängende trichterförmige Versenkungen in der Karstoberfläche. — In solchen Trichtern gedeiht unter menschlicher Pflege stellenweise noch der Weinstock, die Mandel und die Olive, während auf der eigentlichen Karstebene bebaute Aecker und grüne saftige Wiesen ebensowohl

fehlen, als irgend ein nennenswerther Wald. Die Natur hat hier den Norden mit seinen waldbewachsenen Bergen und seinen wasserreichen Thälern durch eine jämmerliche Steinwüste gegen die Ueppigkeit des Südens abgegrenzt; denn kaum haben wir die klingelnd-trockenen Trümmerfelder des Karstes hinter uns, so grüßt uns mit Einem Male die üppige und duftende Herrlichkeit der südeuropäischen Flora. Zwischen Nabresina, dem südwestlichen Grenzpunkt des Karstes (der vorletzten Station vor Triest) und der alten Seestadt öffnet sich mit Einem Male der erhabene Ausblick in die blaue Adria; am Wege thürmen sich links, da wir nach Osten fahren, die steil abfallenden Gehänge der Karstgesteine, der weinsüßenden Gluth einer mittäglichen Sonne ausgesetzt, dürr und unfruchtbar mit Ausnahme weniger Stellen, wo die berühmten Reben von Prosecco wachsen und die Riesen-Schilfhalme des Arundo Donax im leichten Seewinde hin und her schwanken; rechts aber, zu Füßen des stummen Wanderers, grüßen die ersten Oliven-Wälder und unten im Park von Miramar die düstern Cypressenhaine, Lorbeer-Wälder, Rosmarin-Hecken und riesige Fächerpalmen, die hier im Glanz der adriatischen Sonne blühen und ihre Früchte zu reifen vermögen. Wir haben der schroffen Gegensätze im Naturleben gar viele kennen gelernt; wir haben noch nicht vergessen, daß wir, im Hochsommer zu Fuß über den Gotthard wandernd, am hellen Mittag im Schneesturm gestanden, um zwei Stunden später — am südlichen Abhang in eine tropische Hitze hineinzugerathen: der Gegensatz zwischen der Unwirthbarkeit des Karstes einerseits und den klimatischen Reizen der adriatischen Meeresufer andererseits steht aber noch unvermittelter da.

Und welche Fülle ungeahnter Formen pflanzlicher Gestaltungskraft bietet uns das Meer selbst! Die südlichen Abhänge des Karstes fußen in der Adria und seine Lenden werden jetzt noch umrauscht vom Spiel der Fluthwogen und hier unten, wo sich Fels und Meer die Hand reichen, hier scheint Mutter Natur das gutzumachen, was sie oben, einige hundert Fuß über dem blauen Spiegel zu thun versäumte. Welche verwirrende und sinnenbestrickende Menge untergetauchter Meer-Tange grüßt uns zu Füßen Miramars, beim Schloß am Meer! Es ist keineswegs die überwältigende Schönheit des Zauberschlosses, die uns bewegen konnte, in unserem „Pflanzenleben“ (Taf. V) ein Stück Meeres-Ufer gerade von Miramar und nicht von anderer Stelle zu bringen, sondern das rein-biologische, floristische Interesse, welches diesem schönsten Fragment der Erdoberfläche zukommt. Was der nördliche Theil des adriatischen Meeres an verschiedenen Algen aufzuweisen hat, das finden wir zum größten Theil an bald trocken liegenden, bald zur Hälfte oder auch ganz untergetauchten Felstrümmern und Klippen von Miramar. Hier, wie anderswo, wo das Ufer felsig, sind die günstigsten Verhältnisse für eine üppige Algenflora gegeben. Im Rayon von Ebbe- und Fluthspiel sind die Kalkfelsen ganz bedeckt von schwarzbraunen Lebertangen (Fucus virsoides, J. Ag.), die abwechselnd bald unter den Fluthspiegel untergetaucht, bald wieder vom zurücktretenden Wasser — zur Zeit der Ebbe — sammt ihrer felsigen Unterlage bloßgelegt werden. Wir haben diese der adriatischen Flora eigenthümliche Art von Blasentang auf unserem Bilde, Taf. V, links oben unter Nr. 1 der untergetauchten Pflanzen dargestellt. Es ist dies die einzige Fucus-Art der Adria, sie ist aber bei Miramar, Triest und Capo d'Istria so häufig, daß es leicht sein würde, sie zentnerweise zu sammeln. Ihr Aussehen ist dasjenige eines kleinen fußgroßen Strauches ohne Blätter, dessen Zweige aber gegen die Spitze hin anstatt abzunehmen, immer dicker werden, um dort — zweigabelig verzweigt —

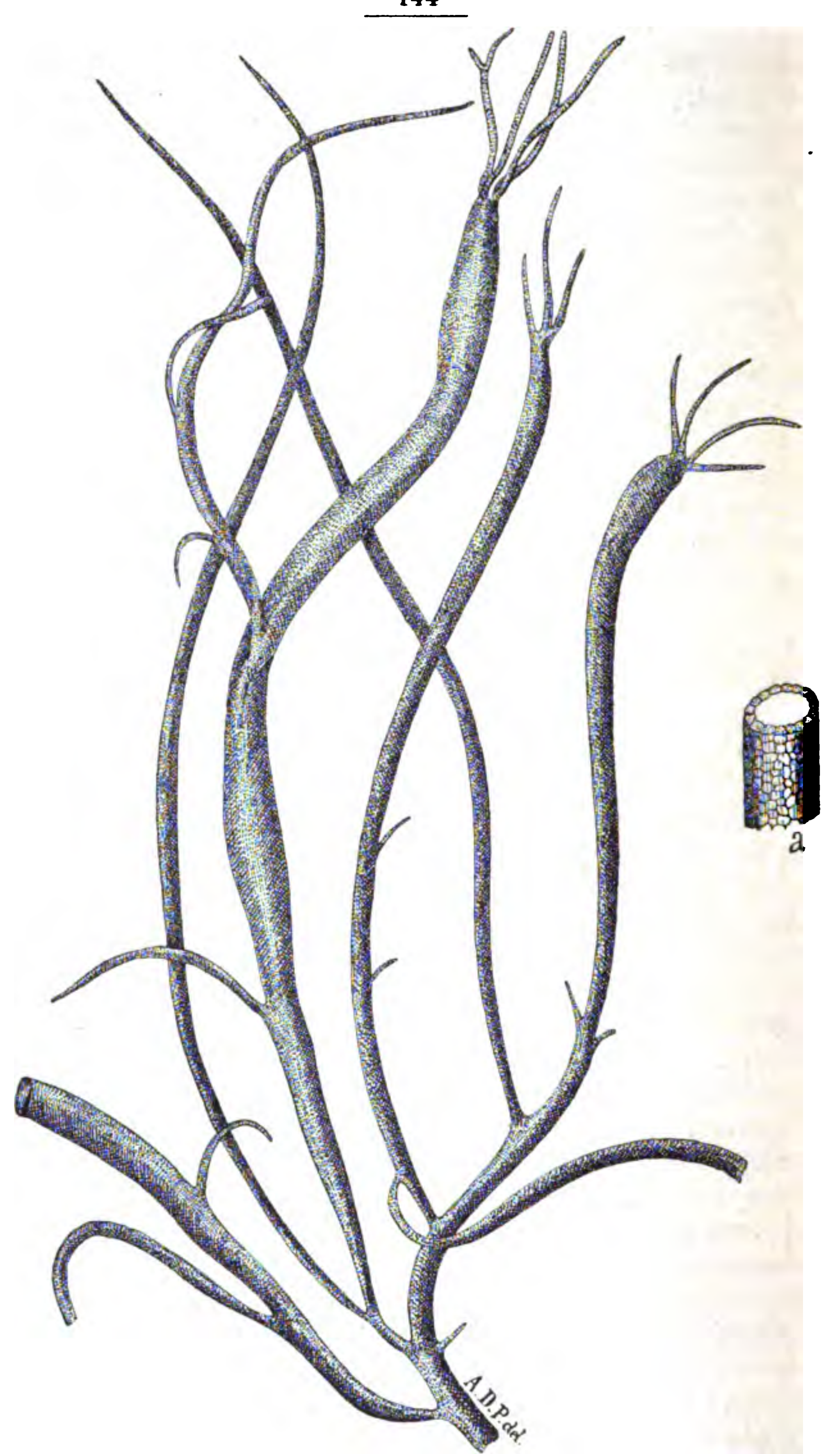


Fig. 26. Eine, copulationsfähige Schwärmsporen bildende Darm-Ulve, Ulva enteromorpha β compressa (Le Jolis), früher unter dem Namen Enteromorpha clathrata form. fucicola beschrieben. Nach der Natur gezeichnet: Triest, 8. September 1877. — (Die von dieser Pflanze gebildeten und copulirenden Schwärmsporen sind in Fig. 27 dargestellt.) Vergrößerung: $\frac{44}{1}$.

blasenartig anzuschwellen und die Fortpflanzungs-Organe zu bilden. Von dem in allen europäischen Meeren verbreiteten Blasentang (Fucus vesiculosus), den wir in allen neuern Lehrbüchern der Botanik abgebildet finden, unterscheidet sich der adriatische Lebertang (Fucus virsoides) namentlich dadurch, daß die beiderlei Geschlechtsorgane, die männlichen Antheridien und die weiblichen Oogonien, dicht beisammen liegen, während sie bei andern Fucus-Arten getrennt sind. Im Uebrigen gestalten sich die Fortpflanzungs-Erscheinungen ganz ähnlich, wie beim gemeinen Blasentang; denn auch bei Fucus virsoides werden die unbefruchteten Eikugeln und die abreißenden Antheridien bei eintretender Ebbe aus den gemeinsamen Höhlen entleert: die Befruchtung der Eikugeln findet bei wiederkehrender Fluth außerhalb der mütterlichen Pflanze statt.

So unansehnlich und düster dieser schlüpferige Lebertang erscheint, so überraschend schön sind andere Algen, welche an seinen älteren Theilen sich ansiedeln und — ohne ihn zu belästigen — ihre volle Entwicklung dort als Epiphyten durchmachen. Hieher gehört ein grasgrüner Tang aus der Gruppe der Darm-Ulven (Ulva enteromorpha), der früher von verschiedenen Botanikern wegen seines verschiedenen Aussehens im Herbst und Frühjahr unter zwei verschiedenen Namen als Enteromorpha compressa und Ent. clathrata (forma fucicola) in's botanische Taufregister eingeführt wurde. Im Spätsommer und Herbst trifft man nämlich auf zahlreichen älteren Fucus-Pflanzen die unteren nackten Theile dicht bedeckt von einem grasgrünen Filz einer fädig-verzweigten Alge, die bei mittelstarker Vergrößerung den in Fig. 26 dargestellten Aspekt besitzt.

Die vorliegende Generation dieser Darm-Ulve bildet reichverzweigte Schläuche, die man passend mit Gedärmen verglichen hat. Die Wandung, welche den darmartigen Hohlraum nach Außen begrenzt, besteht aus einer einzigen Zellschichte, wie aus der Nebenfigur a bei Fig. 26 ersichtlich ist. Alle Zellen der Wandung sind in vegetivem Zustand reichlich mit grünem Protoplasma austapezirt und sind fähig, unter günstigen äußeren Bedingungen Schwärmsporen zu bilden.

Ich habe am 6. September 1877 in der felsigen Bucht von Miramar eine Menge dieser kaum centimeterlangen Darm-Ulven gesammelt und in feuchtem Papier bis zum folgenden Morgen vor dem Fenster liegen lassen. Als sie dann in frisches Meerwasser gelegt wurden, zeigte sich bei der mikroskopischen Untersuchung gleich eine Menge von Schwärmsporen, die aus den Zellen verschiedener Schlauchzweige hervortraten und einen tollen Tanz begannen.

Im Nu hatten sich Hunderte von Paaren gebildet und zwar so, daß sich je zwei Schwärmsporen mit dem spitzen hyalinen, zwei Cilien tragenden Vorder-Ende berührten und gemeinsam um jene Axe drehten, welche vom hintern Pol der einen Schwärmspore durch die Mundstellen beider Schwärmer zum hintern Pol der andern Zoospore ging. (Vergl. in Fig. 27 bei B die oberen Schwärmsporenpaare, über denjenigen von II, III und IV.) So konnte man in der ersten Minute Hunderte von Paaren in dieser küssenden Rotation sehen.

Die einzelnen Paare konnten wegen der lebhaften Bewegung und der großen Zahl der Tanzenden nicht verfolgt werden.

Aber nach einigen Augenblicken sah man schon einzelne Schwärmerpaare in einem andern Contact zu einander stehen und zwar so, daß die beiden schlanken, birnförmigen Schwärmsporenkörper in gleichem Sinne neben einander (nicht mehr einander gegenüber) lagen, Mundstelle an Mundstelle, Seite an Seite gelehnt. Fig. 27 bei B II.

Nach wenigen Minuten sah ich an dieser Stelle des Objektträgers nur noch solche Tänzer, bei denen die Copulation in ganz gleicher Weise zu Ende geführt wurde, wie wir dies bei der Kraushaar-Alge (Ulothrix zonata), Fig. 25 M I bis VI gesehen und wie ich es hier in Fig. 27 bei B von II bis V dargestellt habe.

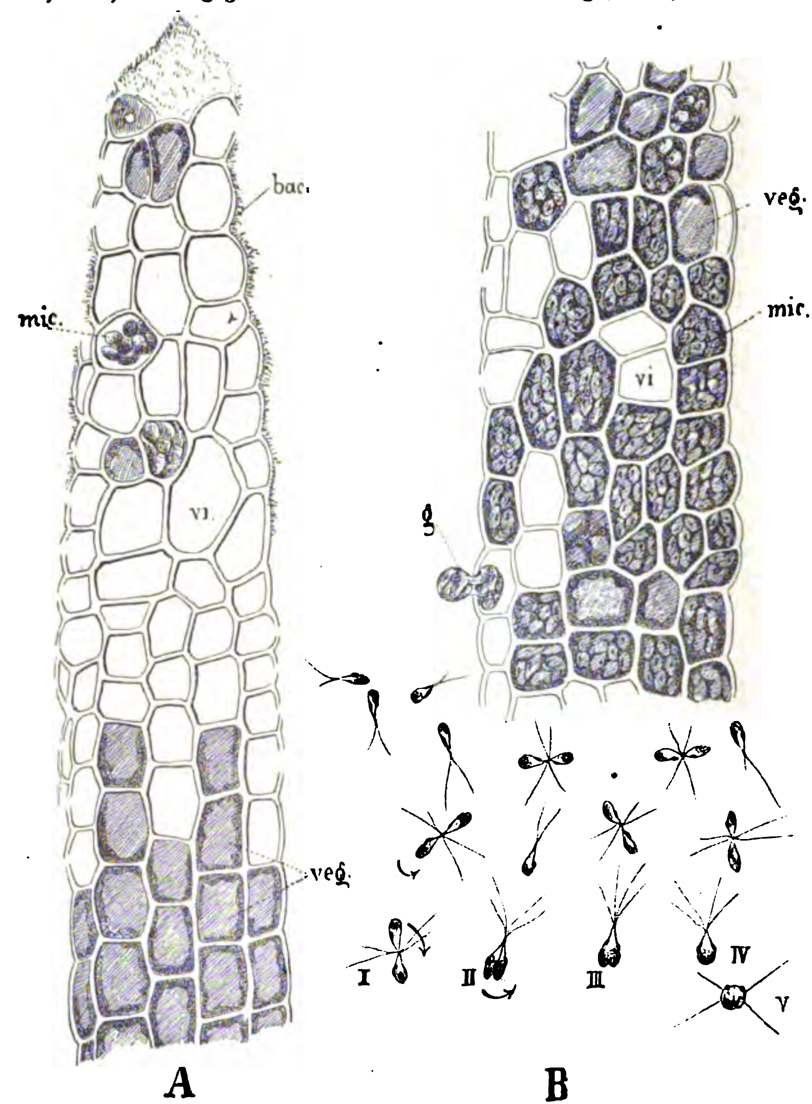


Fig. 27. Fragmente von schwärmsporenbildenden Zweigen der „clathrata-fucicola"-Form von Ulva enteromorpha β compressa, deren Habitus in Fig. 26 dargestellt ist.

A. Ein Zweig-Ende mit entleerten Zellen vi und zwei noch nicht entleerten, schwärmsporenhaltigen Zellen mic. Am untern Theil dieses Zweigstückes sind bei veg. die Zellen noch in vegetativem Zustand. bac. — Spaltpilze, die sich an der Außenfläche der todten Zellmembranen festsetzen.

B. Fragment eines schwärmsporenbildenden Astes derselben Darm-Ulve. Während derselbe Ast weiter oben und weiter unten nur vegetative Zellen aufwies, sind hier die meisten Zellen von kleinen Schwärmsporen mic. erfüllt und einige andere Zellen bereits schon entleert, vi. (veg. — eine vegetative Zelle). Bei g die eben eintretende Geburt von Schwärmsporen. Links unterhalb g einzelne isolirte Schwärmer, rechts von letzteren die ersten Begegnungsmomente copulirender Schwärmsporen. I, II, III, IV und V — die auf einander folgenden Stadien der Copulation zweier Schwärmsporen. Vergr. $\frac{600}{1}$.

Wiederholte Beobachtungen an den von Miramar stammenden Darm-Ulven dieser Species und an andern der gleichen Art, die bei Capo d'Istria gesammelt wurden, führen mich zu dem Schluß, daß die Copulation der Schwärmsporen dieser Darm-Ulven stets damit beginnt, daß je zwei mit ihren spitzen Mundstellen auf einander stürzende Zoosporen erst mit den Mundstellen verkleben, einige Zeit in diametraler Gegenstellung verharren und gemeinsam rotiren, bis es der einen oder andern Schwärmspore gelingt, sich mit kühnem Schwung an die Seite der andern mit ihr sich vereinigenden Zoospore anzulegen. (Vergl. in Fig. 27 bei B I die durch den Pfeil angedeutete Copulationsbewegung.) Dann schreitet die Verschmelzung beider Körper von vorn nach hinten fort, bis eine kugelig-birnförmige Jochspore vorliegt, ähnlich derjenigen, die bei der Copulation zweier Mikrozoosporen von Ulothrix zonata (Fig. 25, M I bis VII) resultirt.

Die sich copulirenden Schwärmsporen unserer Darm-Ulve entsprechen ohne Zweifel den Mikrozoosporen unserer Kraushaar-Alge (Ulothrix). Sie sind schlank birnförmig, das farblose glashelle Vorder-Ende ist meist lang ausgezogen und mit zwei Cilien ausgestattet. Das Hinter-Ende ist abgerundet, grün. An der Grenze des grünen Plasmakörpers, ungefähr auf halber Länge des Zoosporenkörpers liegt ein langgezogener rother Augenfleck. Bei der Copulation sind die rothen Augenflecke auch bei diesen Schwärmern wie bei denen von Ulothrix meistens einander abgekehrt, selten genähert. Es sind dies die einzigen gleichwerthigen Theile der Zeugungszellen, welche sich nicht nachweisbar mit einander vereinigen.

Die sich paarenden Schwärmer der genannten Darm-Ulve entstehen zu mehreren, wohl zu 8 — 16 oder mehr in einer Zelle. Die meisten besitzen die gleichen Dimensionen, indessen trifft man nicht selten ein copulirendes Paar, bei dem die eine Zoospore die andere an Größe beträchtlich überragt. Nichts destoweniger möchte ich nach den bisherigen Beobachtungen bezweifeln, daß bei den sich paarenden Zoosporen dieser Darm-Ulve ein nachweisbarer Geschlechtsunterschied besteht.

Das Schicksal und die weitere Entwicklung der Copulationsprodukte, d. h. der Zygosporen, sowie das Verhalten der die Paarung verfehlenden, also isolirt bleibenden Schwärmer bleibt noch zu ermitteln übrig; ebenso bleibt die Frage nach den großen Schwärmern, den Makrozoosporen, die sich bei andern verwandten Algen nicht zu copuliren vermögen und wohl auch unserer Darm-Ulve nicht fehlen, sowie die Frage nach dem Verhältniß zwischen den Sommer- und den Wintergenerationen noch zu beantworten.*)

Dagegen ist es ganz zweifellos, daß die auf unserer Taf. V (unter Nr. 2 links oben) auf Fucus virsoides sitzend dargestellte Ulva enteromorpha β compressa nichts anderes ist, als eine andere Entwicklungsform der früher von andern Autoren unter Enteromorpha clathrata form. fucicola beschriebenen Darm-Ulve. Freilich, wer die beiderlei Formen dieser Pflanzen-Art im Frühling und Herbst mit einander vergleicht, mag leicht auf die Vermuthung gerathen, daß sie zwei ganz verschiedenen Species angehören und keineswegs in genetischen, in verwandtschaftlichem Verhältnisse zu einander

---

*) Anmerkung. Vorstehende Darstellung dieser Darm-Ulve lehnt sich an das Referat an, welches im „Amtl. Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München 1877" pag. 201 und 202 über meinen dort gehaltenen Vortrag erschienen ist. Selbstverständlich fehlen dort die Illustrationen und lehnt sich auch die Nomenclatur dort an die ältere Auffassung an.



stehen. Denn die Entwicklungsform des Frühjahrs übertrifft an Größe diejenige des Herbstes um das Zehnfache; sie bildet dichte Büschel von grasähnlichem Aussehen, welche schopfartig die ursprünglich von der Herbstform eingenommenen älteren Theile von Fucus-Stöcken bekleidet. Aber die anatomische Untersuchung der morphologischen Gliederung und das gesetzmäßige Aufeinanderfolgen beider Formen auf einer und derselben Anheftungsstelle lassen keinen Zweifel mehr übrig, daß sie beide einem und demselben Entwicklungskreis angehören.

Da wir in den Darm-Ulven Meertange kennen gelernt haben, die in ihrer Geschlechts-Sphäre dieselben Verhältnisse zeigen, wie wir sie bei unserer Süßwasseralge Ulothrix im vorhergehenden Kapitel beobachteten, so mag hier auch ein mariner Repräsentant der genannten Algen-Gattung vorgeführt werden, eine Schwester-Art zu Ulothrix zonata, welche unter dem Namen Ulothrix flacca, Thuret in das System eingeführt wurde. Es ist eine blaßgelbgrüne unverzweigte Fadenalge, die im Winter und Frühjahr an Steinen und Ufermauern häufig im Rayon von Ebbe- und Fluthspiegel angetroffen wird.

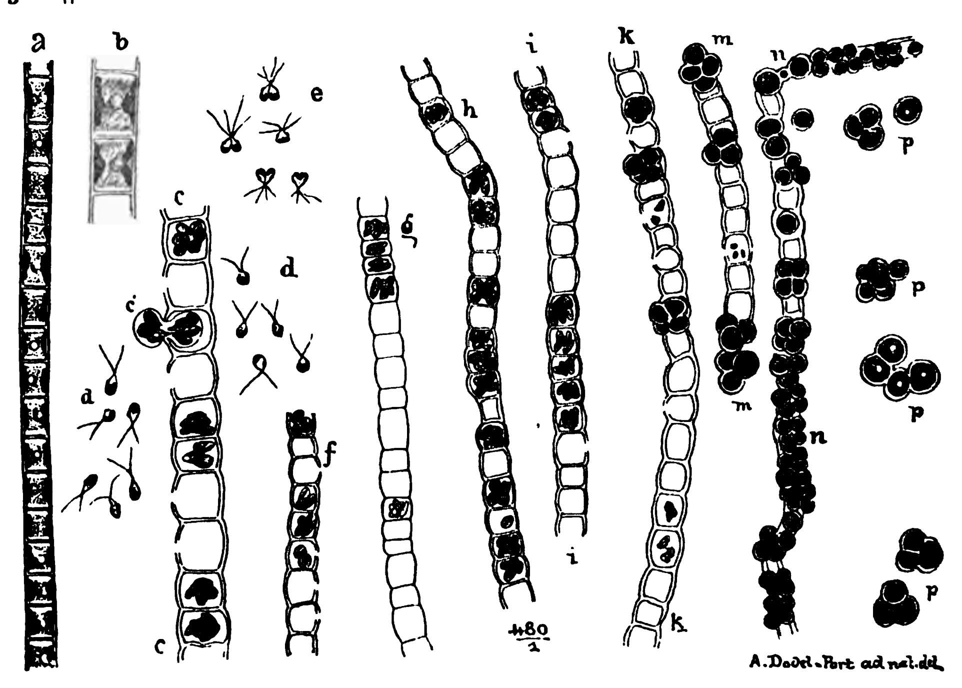


Fig. 28. Eine marine Kraushaar-Alge (**Ulothrix flacca, Thuret**).

a — ein vegetativer Faden, jede Zelle mit einem grünen Plasmagürtel.
b — zwei Zellen desselben Fadens, stärker vergrößert.
c — ein mikrozoosporenbildender Faden, dessen Zellen zum Theil schon entleert sind, bei c' Geburt der Mikrozoosporen.
d — isolirte Mikrozoosporen.
e — Copulation der Mikrozoosporen.
f, g, h, i — Fadenfragmente, in deren Zellen die Mikrozoosporen zum Theil gefangen blieben.
k, m, n — Fadenfragmente mit gefangen gebliebenen Zoosporen, die sich abrundeten, mit einer Membran bekleideten und nun langsam wachsen, während die Mutterzell-Membranen sich nach und nach auflösen.
p, p — Frei gewordene palmellenartige Zellen, die aus gefangen gebliebenen Zoosporen hervorgingen.

Obschon viel zärter und unscheinbarer als ihre im Süßwasser vorkommende Schwesterart, ist sie dem Wechsel von Ebbe und Fluth, von Trockenheit und Feuchtigkeit, von Salz- und von Süßwasser wunderbar vollkommen angepaßt. Während unsere Ulothrix zonata (IV. Kapitel des „Pflanzenlebens") immerwährend frisches und durchaus bewegtes Wasser verlangt und ohne solches gar nicht gezüchtet werden kann; während sie ein einmaliges Austrocknen gar nicht verträgt, ohne zu Grunde zu gehen, scheint die am Meeresufer gedeihende Ulothrix flacca gegen alle Unbilden des Strandes abgehärtet zu sein. Sie erträgt die schaumende salzige Meeresbrandung ebensogut, als das vollständige Austrocknen nach eingetretener Ebbe und die süßwässerigen atmosphärischen Niederschläge, die als heftige Platzregen am heißen Sommernachmittag auf die mit Algen bewachsenen Ufersteine niederfallen. — Ihr Aussehen ist im vegetativen Zustande (Fig. 28 a und b) demjenigen von Ulothrix zonata so ähnlich, daß man sie leicht mit schmächtigen Exemplaren der letztern Art verwechseln könnte. Entsprechend ihren geringen Dimensionen bildet sie in den meisten Fadenzellen bloß 8 Mikrozoosporen, häufig sogar bloß 4. Wenn die mütterlichen Fadenzellen sehr kurz sind, wie dies bei zwei Zellen oben an dem Fragment g der Fall ist, so liegen die langgestreckten Zoosporen quer; in längeren Zellen dagegen haben sie eine regellose Lage. Die Entstehung und die Geburt dieser Mikrozoosporen ist dieselbe wie bei Ulothrix zonata, ebenso vollzieht sich die Copulation in ganz analoger Weise (vergl. Fig. 28 c, c', d, e, f, g, h und i, welche Zeichnungen nach lebenden Objekten sämmtlich am 27. März 1878 aufgenommen wurden). Alle diese Zoosporen besitzen am vorderen Ende nur zwei Cilien, auch fehlt ihnen der rothe Augenpunkt nicht. Wenn einzelne Schwärmer isolirt — ohne eine Paarung eingegangen zu haben — zur Ruhe gelangen, so verlieren sie ihre Cilien und runden sich ab. Das gleiche geschieht mit den in ihren Mutterzellen gefangen bleibenden Mikrozoosporen. Diese wachsen aber nicht sofort zu neuen Fäden aus, wie es bei den gefangen bleibenden, nicht copulirten Mikrozoosporen von Ulothrix zonata stattfindet, sondern sie gehen in einen palmellen-ähnlichen Zustand über, indem sie sich mit einer dicken Membran bekleiden, langsam wachsend verschiedenartige Anordnungen und Gruppirungen bilden, wie wir sie bei manchen einzelligen Algen aus der Gruppe der Palmellaceen antreffen. (Vergl. Fig. 28 k bis p, welche Zeichnungen vom 7. Mai 1878 datiren und somit 6 Wochen ältere Zustände als in Fig. 28 f, g und h darstellen.)

Welches Schicksal und welche Entwicklung die aus der Paarung resultirenden Zygosporen, sowie die palmellenartig aussehenden, nicht copulirten Mikrozoosporen durchmachen, konnte ich leider wegen der seitherigen Abwesenheit vom Meere nicht erfahren. Auch hier ist für die Kenntniß der Meertange noch eine wesentliche Lücke auszufüllen.

In nächster Nähe von Fucus virsoides (Taf. V obere linke Ecke unter dem Wasserspiegel) sehen wir die Ufersteine und Kalkfelsen zwischen Ebbe- und Fluth-Spiegel bewachsen von haselnuß- bis wallnußgroßen spahngrünen Klumpen, die oft ganze Felsblöcke dicht bekleiden, so daß diese in der seltsamsten Weise blaugrün bewarzt erscheinen; vergl. Taf. V Nr. 4, 4 — die an dem Felsen linkerseits haftenden Kugeln und Halbkugeln. Diese spahngrünen Gewächse gehören zu den Protophyten oder Urpflanzen und sind unter dem Namen Rivularia nitida Ag. beschrieben worden. Wir finden sie während des ganzen Jahres auf rauhen klippigen Steinen, die der vollen Brandung ausgesetzt sind. An den seichten Ufern bei Capo d'Istria sind sie so massenhaft vorhanden, daß sie zur Ebbezeit die trocken liegenden Felsmassen ganz dunkelgrün färben,

ohne dabei selbst auszutrocknen, da sie mächtig dicke, das Wasser zurückbehaltende Gallerten bilden, in welchen zahllose mikroskopisch feine, paternosterförmige Zellreihen von blaugrüner Farbe eingebettet sind. Diese niedrigen Gewächse pflanzen sich nur auf geschlechtslosem Wege fort. Nirgends findet sich eine Andeutung zur Sexualität; sie stehen also im natürlichen System tief unter den Kraushaar-Algen.

In der Nähe, freilich meist etwas tiefer, finden wir eine bandartige grüne Darm-Ulve (Ulva enteromorpha α lanceolata) vom Aussehen eines breiten Grasblattes, aber meistens mit wellig-krausen Rändern (Taf. V Nr. 3), eine Alge, die vom Frühjahr bis zum Herbst häufig — an Steinen haftend — angetroffen und vom sturmbewegten Meer oft massenhaft an's Land geworfen wird.

Greifen wir etwas tiefer, so begegnen uns Repräsentanten der zierlichsten und farbenreichsten aller Meertange: Florideen oder Blüthen-Tange, denen allen ein rother Farbstoff eigen, der in den denkbar verschiedensten Abstufungen gemischt mit dem grasgrünen Chlorophyll einen farbigen Lichtzauber über diese Gewächse ausbreitet, wie wir ihn im ganzen Pflanzenreich nirgends mehr antreffen. Manche Blüthentange prangen im durchsichtigsten, glühendsten Purpur, andere brilliren in duftigem Rosa, wieder andere kleiden sich in ein Violett, das an Zauber die Reinheit des Violettes über dem vergoldeten Abendhimmel übertrifft und wieder andere schattiren die unterseeischen Tang-Gärten mit einem düstern Braunroth, dessen Farbentöne einem Makart verzweifeltes Lächeln und stumme Entsagung abgewinnen müßten. Mit dem geringen Aufwand von nur zwei Farben, dem lichten Grasgrün des Chlorophylls und dem rosigschimmernden Phyco-Erythrin hat die Natur hier unter dem blauen Salzwasserspiegel eine überwältigende Mannigfaltigkeit zauberhaft bestrickender Farbenspiele geschaffen, die derjenige nie vergessen wird, dem einmal ein Blick in die untergetauchte Wunderwelt der Florideen vergönnt ward; in der That ein Zauber aus dem Mährchen von Tausend und Einer Nacht. Und ebenso mannigfaltig wie die Farben sind es auch die Formen und Gliederungen der Blüthentange.

Wer sich zum ersten Mal im Hafen von Triest zwischen den mächtigen Pfahlwerken und längs der Mauern bis zum Leuchtthurm hinüber führen läßt, dem begegnen dort in erster Linie zwei Blüthentange von ganz verschiedenem Aussehen in solch colossalen Mengen, daß es leicht sein würde, davon ganze Wagenladungen zu sammeln, ohne daß man die einzelnen Mauern und Pfähle, auf denen diese Florideen festsitzen, entblößen müßte. Die eine dieser Tangformen bildet dunkel-braunrothe dichte Gebüsche, die sich vorwiegend im Niveau des Ebbespiegels angesiedelt haben. Es ist eine unter dem Namen Ceramium diaphanum (Roth) beschriebene Floridee mit zierlich verzweigtem Geäste (Nr. 18 rechts unten in Taf. V). Wir haben sie aber auch an andern größern Algen festsitzend angetroffen und zwar in verschiedenen Tiefen, nicht allein in der Höhe des Ebbespiegels, sondern bis 5 Meter unterhalb desselben, im Hafen von Triest sowohl als auch bei Miramar. Die andere Alge hat das Aussehen eines sepia-braunen, glänzenden Seidenbandes, das in Länge und Breite ungemein variirt. An die Geschmeidigkeit und Eleganz der wimpelartig im bewegten Wasser fluthenden Porphyra leucosticta (Thuret) reicht keine andere Pflanze aus den untergetauchten Gärten der Nereïden heran (vergl. Nr. 6, 6, 6 in Taf. V). Wenn die Wasserwogen mit ihnen spielen, so werfen die Porphyr-Tange lebendige Falten von klassischer Schönheit und das Auge wird nicht müde beim Anblick dieses sattbraunen



Glanzes, der in jedem Moment seine Beleuchtung und Intensität wechselt. Schon ganz junge Exemplare besitzen im Wesentlichen dieselbe Gestalt, wie die älteren, hundertmal größeren Pflanzen. Mit einer aus mikroskopisch feinen Fäden bestehenden Haftscheibe sitzen sie fest und breiten sich aus schmalem Anfang rasch in die Fläche aus, indeß sie gegen den Scheitel hin wieder an Breite abnehmen. Jüngere Pflänzchen, die wir häufig auf andern größern Algen antreffen, sind glattberandet, wie Fig. 29 E zeigt. Je mehr sie aber an Ausdehnung gewinnen, desto unruhiger (wellig gebogen) erscheint das Band. In höherem Alter wird die Pflanze an ihren oberen Theilen fetzig zerschlitzt und da flattern dann ihre Theile im Spiel der Wogen wie von Sturm und Wetter zerfetzte Kriegsfahnen. Die meisten Pflanzen dieser Art erreichen bis zum Eintritt ihrer Fortpflanzung eine Länge von 15—25 Centimeter, indessen habe ich auch mächtige Exemplare gesammelt, welche von der Haftscheibe an bis zum obersten Rand des zerschlitzten Thallus die Länge von 65 Centimeter erreichten. Auf halber Länge sind sie am breitesten, doch besteht zwischen Länge und Breite kein gesetzmäßiges Verhältniß, wie aus folgender Angabe erhellt: Von zwei der größten Exemplare meiner nach Hunderten zählenden Collection ist das eine 63 Ctm. lang und an der breitesten Stelle bloß 7 Ctm. breit, während das andere Exemplar bei 65 Ctm. Länge doch 15 Centimeter breit ist.

Fig. 29. Junge Entwicklungsstadien von **Porphyra leucosticta** (Thuret), 250 Mal vergrößert. A. Ganz junges Pflänzchen, aus einer einfachen Zellreihe bestehend. B. Beginn der Zelltheilung zur Bildung einer doppelten Zellreihe. C. Ein etwas weiter entwickeltes Pflänzchen, eine doppelte Zellreihe darstellend. D. Die doppelte Zellreihe wird durch weitere Theilungen zur Zellfläche. E. Eine junge kaum $1^1/_2$ Millimeter lange Porphyra, aus 1678 Zellen bestehend.

Jeder Naturfreund, der die nordöstliche Adria im Winter oder Frühjahr besucht, dürfte nicht ermangeln, von diesen wunderbaren und so leicht erhältlichen Tangen einige Exemplare zu sammeln und seinem Album einzuverleiben. Man nehme die lebende Pflanze und breite sie in einem mit Wasser gefüllten Porcellanteller so sorgfältig als möglich aus, schiebe ein hinreichend großes Stück weißes Schreibpapier in's Wasser und unter die Alge, breite letztere nun auf dem schwimmenden nassen Papier aus und ziehe dieses sammt der Alge an's Trocke, wo das Papier sammt der Alge — auf einem hölzernen Tisch liegend — nach wenigen Stunden trocken sein wird. Die Pflanze klebt fest auf dem Papier, als wäre sie unter der Presse festgeleimt worden und zeigt nun eine Zartheit und Eleganz, die eher an eine kunstvolle Aquarelle, als an eine todte Meerpflanze erinnert. Wir haben oft im Verlauf einer Viertelstunde Dutzende von Porphyren auf diese Weise aufgezogen und freuen uns derselben heute noch als der zierlichsten Gegenstände unserer Sammlung.

Durch ein sehr einfaches Experiment kann man sich davon überzeugen, daß es zwei wesentlich verschiedene Farbstoffe sind, welche den wunderbaren Effekt des Sammtbrauns von Porphyra leucosticta zu Stande bringen. Legen wir nämlich frisch dem Meere entnommene Porphyren in absoluten Alkohol, so färbt sich der letztere prächtig smaragdgrün. Diese Farbe stammt aus den getödteten Pflanzen: es findet sich dieselbe als Chlorophyll oder Blattgrün in allen grünen Laubpflanzen und kann auch bei den Landpflanzen durch Alkohol in gelöster Form aus den Blättern ausgezogen werden. Nimmt man die des grünen Farbstoffes beraubten Porphyren aus dem Alkohol heraus und bringt sie wieder in reines Meerwasser, so erscheinen die Pflanzen blaßcarminroth, weil der zweite Farbstoff — das Phyco-Erythrin, durch Alkohol nicht ausgezogen wird.

Bringen wir dagegen lebende Porphyren aus dem salzigen Meerwasser in (süßes) Brunnenwasser oder noch besser in Aqua destillata, so wird der rothe Farbstoff, das Phyco-Erythrin ausgezogen, das Wasser färbt sich prächtig roth, indeß die Pflanzen sich in ein mattes Blaßgrün kleiden, welches nichts Anderes darstellt als das durch Wasser nicht ausziehbare Chlorophyll.

Beide Farbstoffe sind an verschiedenen Theilen der erwachsenen Porphyra ungleich vertheilt, so zwar, daß häufig der unterste Theil, welcher der Haftscheibe zunächst liegt, mehr Grün als Roth enthält und darum einen Schimmer aus dem Sepiabraun in's Grasgrüne besitzt, während umgekehrt die oberen, jüngeren Theile mehr Roth als Grün enthalten und darum immer rein-braun erscheinen.

Interessant, aber betrübend ist der Umstand, daß wir heute über das Wesen der Fortpflanzung von Porphyra leucosticta noch nicht im Klaren sind. Manche Forscher haben sich mit dieser Frage beschäftiget — wen sollte ein so reizendes Untersuchungs-Objekt nicht zum Forschen einladen? — ohne der Sache genügend auf den Grund zu kommen. Wohl ist so viel ermittelt, daß am Rande von erwachsenen Porphyren die einzelnen, mit braunem Plasma erfüllten Zellen sich rasch nach einander in je 8 Tochterzellen theilen, die sämmtlich von der Mutterpflanze sich ablösen, einige Zeit lang wunderliche amöbenartige Bewegungen zeigen, um sich nachher mit einer Membran zu bekleiden und kurz nachher zu jungen Pflänzchen heranzuwachsen; wohl kennt man auch den Vorgang der Zelltheilungen in gewissen Partieen des Porphyra-Körpers, wobei kleine farblose Zellchen, 64 an der Zahl, aus den Mutterzellen hervorgehen; aber ob diese farblosen Zellchen wirklich männliche Fortpflanzungs-Elemente sind, wie dies allgemein

vermuthet wird, das ist einstweilen noch eine Frage. (Nur am Rand oder in der Nähe des Randes, wo diese beiderlei Fortpflanzungsorgane, die zu 8 aus einer Zelle entstehenden „Octosporen" und die zu 64 aus einer „Antheridienzelle" hervorgehenden „Spermatien", gebildet werden, ist die Pflanze im reproduktiven Zustand zwei oder mehrere Zellschichten mächtig; in der größten Ausdehnung ist der blattartige Körper von Porphyra leucosticta aus bloß einer einzigen Zellschicht aufgebaut, so zwar, daß also die Zellen nur in den Richtungen einer Fläche neben einander liegen. Im vegetativen, jugendlichen Zustand ist Porphyra in ihrer ganzen Ausdehnung nur eine „Zellfläche"; vergl. Fig. 29 E —.) Ohne Zweifel gibt es auch bei Porphyra leucosticta eine geschlechtliche Fortpflanzung; welche Erscheinungen und Vorgänge aber damit verbunden sind, das zu ermitteln ist heute noch Aufgabe der Forschung. Von den mancherlei Skizzen, die ich im Frühjahr 1878 bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Pflanze angefertigt habe, findet der Leser einige in Fig. 29 ausgeführt. Da mir damals jeden Tag lebende Porphyren in allen möglichen Entwicklungsstadien unter die Hände kamen, so war es mir ein Leichtes, vom einzelligen Keimpflänzchen an bis zum millionenzelligen erwachsenen Individuum alle Entwicklungsstufen neben einander zu reihen. Die jungen Pflänzchen A, B, C und D in Fig. 28 sind so klein, daß sie mit unbewaffnetem Auge nicht wahrgenommen werden können. Auf dem Stadium A stellt das Pflänzchen eine einfache Reihe von 5 Zellen dar; bei B wird die einfache Reihe von 13 aufeinander folgenden Zellen durch senkrechte Theilungen in der dritten oder vierten Zelle von Oben und von da an successive auf- und abwärts in eine doppelte Zellreihe verwandelt (Fig. C). Bei D wird die doppelte Zellreihe — mehr und mehr in die Breite wachsend — zur Zellfläche. Nach wenigen Tagen würden diese Pflänzchen durch successives Vergrößern der einzelnen Zellen und wiederholte Zweitheilungen der letztern die Entwicklungsstufe des Pflänzchens E erreicht haben. Letzteres — kaum $1^1/_2$ Millimeter lang und mit unbewaffnetem Auge nur als braunes kurzes Strichchen wahrnehmbar, besteht schon aus 1678 Zellen. Die Zahl der Zellen, aus denen sich fußlange Porphyren zusammensetzen, beläuft sich in die Milliarden. — Im Verlaufe weniger Wochen sind alle spurlos verschwunden; im Hochsommer und Herbst bietet uns die Adria keine Porphyra mehr.

Die Porphyra-Tange sind wegen der mangelhaften Kenntnisse, die wir von ihnen besitzen, im natürlichen Pflanzen-System noch keineswegs definitiv eingereiht. Wir dürfen sie auch wegen ihrer eigenthümlichen Organisation nicht als typische Repräsentanten der Florideen auffassen; im Gegentheil besitzen die meisten Blüthentange oder Rothtange, wie man sie wegen ihrer rothen Farbe zu nennen pflegt, eine ganz andere morphologische Gliederung, als die blattartigen Porphyren. Die große Mehrzahl der Florideen besitzt ein strauchartiges Aussehen und gerade die höchstentwickelten Formen sind wahre Muster, verkörperte Ideale zierlicher Verzweigung. Freilich bleiben die meisten dieser zierlichen Bäumchen und Sträucher in der Regel recht klein; einige werden kaum centimeterhoch, während größere Formen wohl auch die Höhe von 20—30 Centimeter erreichen. Die Mannigfaltigkeit und Zartheit der Gliederung, namentlich aber der Farben-Effekt dieser zierlichsten aller Gewächse aus den Gärten der Nereïden spottet jeder Beschreibung. Gelidium corneum (Taf. V, Nr. 5, links am Felsen sitzend) ist ein relativ robuster, steif verzweigter Strauch mit breitgedrückten Aesten und Zweigen. Eine verwandte Art, die auch am Cap der guten Hoffnung vorkommt (Suhria vittata,

J. Ag.), hat beinahe das Aussehen einer reichverzweigten blutrothen Opuntia, während die adriatische Laurencia pinnatifida (Lam.) in ihrer Verzweigung stark an die gefiederten Blätter erinnert, wie wir sie bei einigen Mohn-Arten antreffen. Schon viel zärter als die genannten Rothtange sind die Ceramium-Arten, von denen in der Adria sieben verschiedene Species vorkommen. Zwei derselben habe ich in Taf. V darzustellen versucht: Nr. 9 links unten in der Ecke (mit zarten Zweigen, die am obern Ende bischofsstabähnlich eingerollt sind — Ceramium elegans (Ducl.) und Nr. 18, in der Ecke rechts unten, dessen schlanke Aeste im obern Theile reichlich verzweigt sind — Ceramium diaphanum (Roth). In meiner Original-Federzeichnung, welche einen vier Mal größern Flächenraum als die vorliegende Taf. V einnimmt, sind diese beiden Ceramium-Arten für den Kenner sofort zu enträthseln; ich hoffte, durch die phototypische Wiedergabe des verkleinerten Bildes Etwas zu bieten, was man selbst vom besten Holzschnitt nicht erwarten dürfte. Inwieweit dies nun gelungen ist, mögen berufene Algenkenner beurtheilen. Gewiß sind wir in diesem Bilde bis an die Grenze des durch Schwarzdruck Möglichen gegangen. Wenn ich hiebei Etwas von Herzen bedaure, so ist es der Umstand, daß ich meinen Lesern kein farbiges Bild vorführen konnte, denn die Aufwendung aller möglichen Hülfsmittel zur Herstellung eines anschaulichen Bildes vermag nicht, einen annähernd richtigen Begriff von der Feinheit, Eleganz und glühenden Farbenpracht der untergetauchten Gärten zu geben, wenn es dem Zeichner nicht vergönnt ist, die reinsten Töne und Farbentinten in die Zeichnung hineinzutragen. Und auch dann noch, wenn letzteres möglich wäre, wie unbeholfen und elend müßte sich der Künstler fühlen, der diese zarten Gestalten auf das Papier hinüberzaubern sollte!

Die feinern Baum- und Strauchgestalten der Florideen verzweigen sich an ihrer Peripherie in's Mikroskopisch-Feine, in's Spinnenwebe-Zarte. Dies ist z. B. der Fall bei den carminroth-glühenden Callithamnion-Arten, von denen die Adria allein acht verschiedene Species besitzt. Ich habe versucht, in Taf. V unter Nr. 14, mitten in der Bildfläche (unter dem Meeresspiegel) Callithamnion plumula, das federige Rothbäumchen, darzustellen, als an einer beblätterten Braun-Alge festsitzend, ein kleines Pflänzchen, das häufig auch an Felsen haftend angetroffen wird und an Zartheit und Farbenpracht alles Andere überbietet, was in unserem Bilde angedeutet wurde. Zärtere Gestalten, wie z. B. die Schwesterart Callithamnion versicolor, die in der Adria sehr gemein und weitverbreitet ist, spotten jeder graphischen Darstellung ohne mikroskopische Vergrößerung. Das Gleiche gilt von den 27 adriatischen Arten der Florideen-Gattung Polysiphonia, Röhren-Tange, die als höchstentwickelte Blüthentange die oberste Stufe der Algen-Flora überhaupt einnehmen. Wir werden in der Folge einen Repräsentanten dieser Gattung etwas genauer ansehen.

Noch bleibt zweier Blüthentange zu erwähnen übrig, die in unserer Tafel V unter Nr. 10 links unten (Nitophyllum venulosum Zan.) als kraus-gewellte Laubmasse und unter Nr. 17, rechts unten, als zweigabelig verästelte Bänder (Phyllophora palmettoides, J. Ag.) von dunkelpurpurner Farbe die tiefsten Regionen unseres Nereïden-Gartens einnehmen. Alle die genannten Blüthentange lassen sich leicht auf Papier trocknen und in natürlicher Farbe lange Zeit aufbewahren. Man behandelt sie in gleicher Weise, wie ich das Verfahren oben für die Aufbewahrung von Porphyra angegeben habe. Und alle diese getrockneten Algen vermögen dem Beschauer weit eher einen richtigen

Begriff von den Wundern der marinen Pflanzenwelt beizubringen, als der beste Holzschnitt oder gar die beste Aquarelle. Manche von ihnen erscheinen in getrocknetem Zustand wie auf das Papier hingehauchte Farbentinten; die Art der Verzweigung, der anatomische Aufbau, ja sogar die Fortpflanzungsorgane dieser Rothtange lassen sich an getrockneten, auf Papier aufgezogenen Exemplaren mit Hülfe des Mikroskopes ohne große Mühe erkennen.

Einzig die Korallen-Algen, welche ebenfalls zu den Florideen gerechnet werden, lassen sich wegen ihres Kalkreichthumes nicht so leicht aufbewahren. Der Leser findet eine solche in Taf. V unter Nr. 11, unten am Grunde fast in der Mitte dargestellt: Corallina officinalis L. Diese steifen, von Kalk incrustirten Gewächse tragen nicht umsonst den angeführten Namen, da manche von ihnen Stöcke bilden, welche mit Korallenlagern so große Aehnlichkeit haben, daß sie lange Zeit für wirkliche Korallen angesehen wurden. (Wir werden dieser eigenthümlichen Pflanzengruppe gelegentlich ein besonderes Kapitel widmen.)

Wenn der freundliche Leser mir auf dem Gang durch die untergetauchte Pflanzenwelt bis hieher gefolgt ist, so darf ich ihn wohl bitten, mir auch an's Mikroskop zu folgen, um die Frage zu beantworten, auf welche Weise sich denn die Fremdgestalten dieser feenhaften Wasserflora fortzupflanzen gewöhnt sind. Um zu einem möglichst ersprießlichen Bild in der Beantwortung dieser Frage zu gelangen, wählen wir eine der höchstentwickelten Florideen aus der Gattung Polysiphonia, Röhren-Tang.



Fig. 30. **Polysiphonia subulata, Ag.** Habitusbild der weiblichen Pflanze, in natürlicher Größe. Mit unbewaffnetem Auge erkennt man an der lebenden Pflanze die Sporenfrüchte (Cystocarpien) als dunkle Punkte, welche wir auch in dieser Figur an einzelnen Zweigen angedeutet sehen.

Polysiphonia subulata J. Ag. findet sich an den Ufern der Adria häufig auf andern größern Algen festsitzend, mancherorts auch an Felsen, Mauern und Hafenpfählen, immer nur an solchen Stellen, die während der Ebbe entweder mindestens im Niveau des Wasserspiegels oder bis fünf oder mehr Meter unter Wasser sich befinden. Ihre Vegetationsperiode reicht vom Frühjahr bis zum Herbst. Im Hafen von Triest fand ich sie im März und April 1878 mehrere Meter unter dem Wasserspiegel. In lebendem Zustande bildet sie dunkelpurpurne oder braunrothe Sträucher, die allseitig verzweigt sind (Fig. 30) und 10—20 oder mehr Centimeter hoch werden. (Getrocknet, auf Papier aufgezogen, erscheint diese Floridee beinahe ganz schwarz, dunkel-braunroth.)

Im Frühjahr (März und April) trifft man dreierlei Individuen: ungeschlechtliche, welche nur die sogenannten Tetrasporen zu bilden vermögen, männliche, mit sogenannten Antheridien, und weibliche, letztere mit Früchten, die schon dem unbewaffneten Auge als dunkelbraune oder rothe Knötchen erkennbar sind (Fig. 30).

Der architektonische Aufbau ist bei diesen verschiedenen Individuen derselbe, so daß bei oberflächlicher Betrachtung mit unbewaffnetem Auge die geschlechtlichen von den ungeschlechtlichen Individuen im vegetativen Zustand nicht zu unterscheiden sind. Einzig zur Zeit der Befruchtung und Sporenbildung kann der Geübtere auch ohne Mikroskop die dreierlei Pflanzen vor einander erkennen.

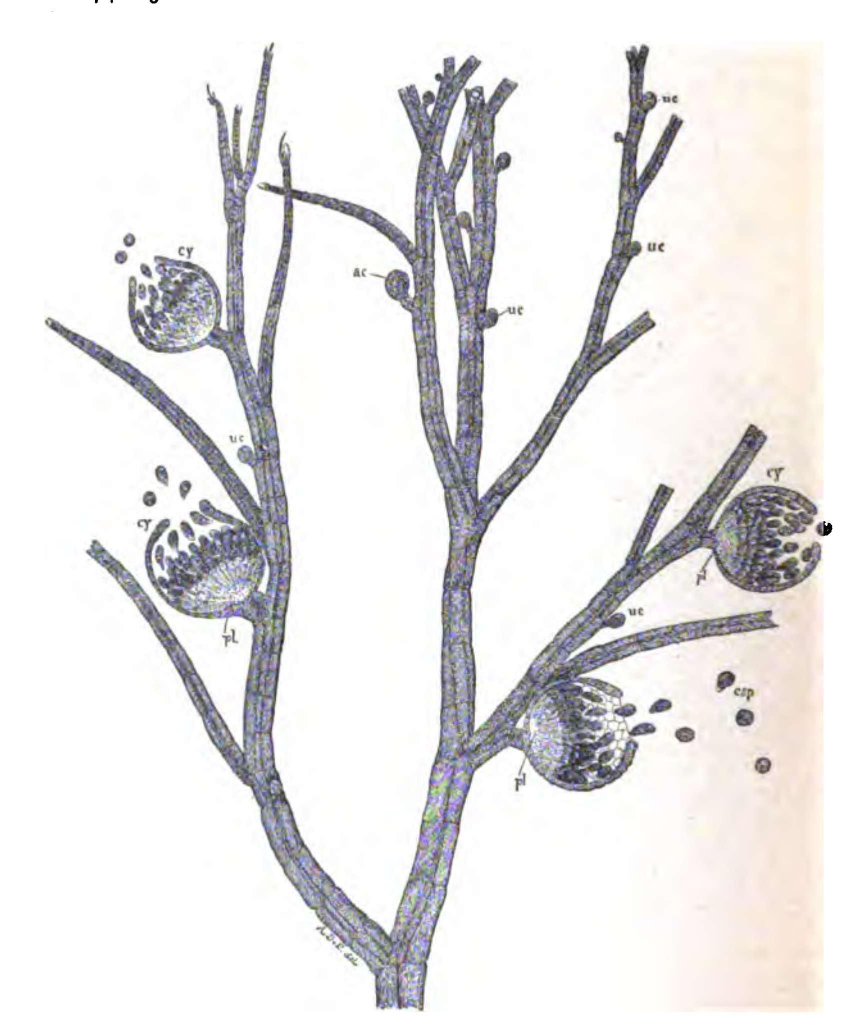


Fig. 31. **Polysiphonia subulata.**
Ein Theil der fructificirenden weiblichen Pflanze, in 42-facher Vergrößerung.

cy, cy — reife Sporenfrüchte, Cystocarpien.
uc, uc — unentwickelte Cystocarpien.
ac — abortirte Sporenfrucht.
pl, pl — Placenta, Sporenbildende Zellengruppe.

In Fig. 31 habe ich bei 42-facher Vergrößerung den obern Theil eines früchtetragenden Zweiges dargestellt. Er zeigt uns den Habitus der ganzen Pflanze, da die Art der Verzweigung am ganzen Stock dieselbe ist. Sämmtliche Aeste sind polysiphon, d. h. aus cylindrischen Zellkörpern bestehend, die aus mehreren parallel neben einander verlaufenden röhrenartigen Zellen aufgebaut sind. In der Axe eines jeden Zweiges verläuft eine Reihe centraler Zellen von geringem Querdurchmesser, welche von vier peripherischen Zellreihen umgeben wird. Ganz alte, tiefer am Stock stehende Zweige bilden außer diesen typisch vorhandenen Röhrenzellen noch besondere Rindenzellen.

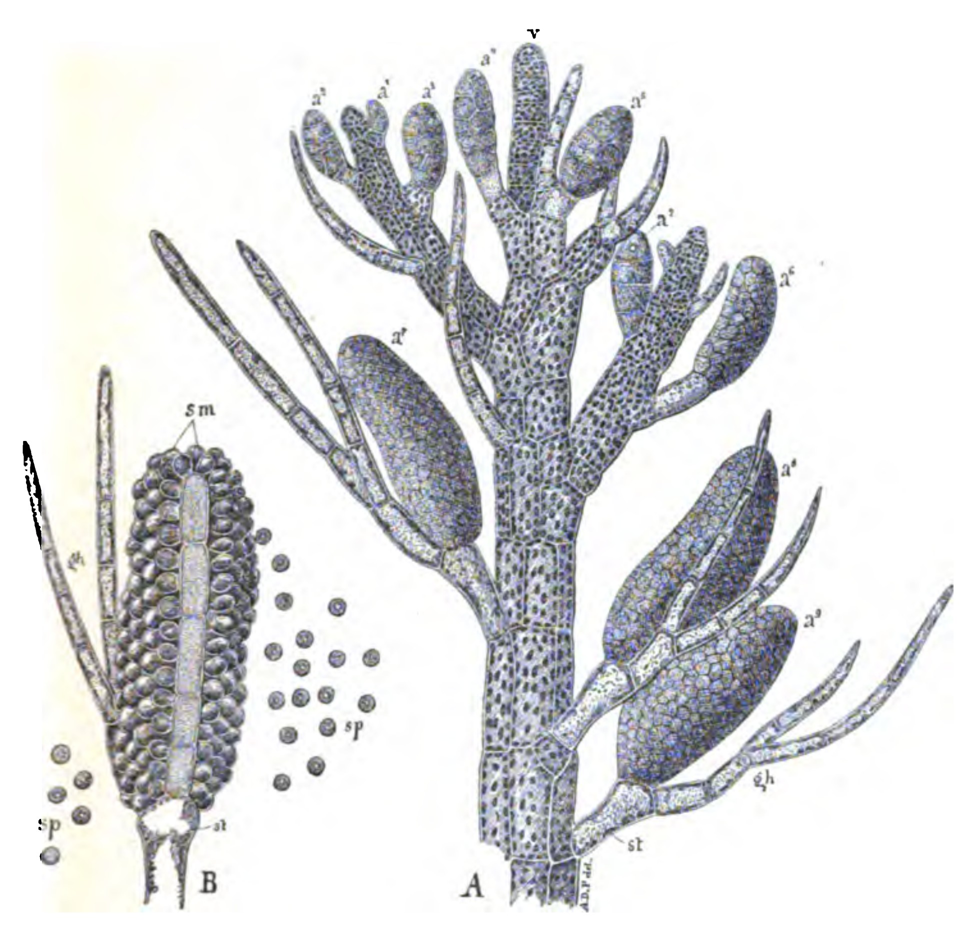


Fig. 32. **Polysiphonia subulata.** Oberer Theil eines Astes von der männlichen Pflanze bei 430-facher Vergrößerung.

A — v Scheitel des Astes.
- $a^1, a^2, a^3, a^4, a^5, a^6, a^7, a^8$ und a^9 — die der Reihe nach auf einander folgenden Entwicklungsstadien der männlichen Fortpflanzungsorgane (Antheridien).
- gh — Gabelhaar.
- st — Stielzelle des Antheridiums.

B — Ein reifes, männliches Fortpflanzungsorgan (Antheridium) im optischen Längsschnitt bei 430-facher Vergrößerung.
- st — Stielzelle.
- gh — Gabelhaar.
- sm — die Spermatozoiden-Mutterzellen, welche wie die Einzelfrüchte oder sogen. Körner eines Maiszapfens an einer in der Axe des zapfenähnlichen Antheridiums verlaufenden Spindel sitzen und jede ein einzelnes Spermatozoid sp sp entläßt.

Nach der Natur gezeichnet: Triest, 12./14. April 1878.

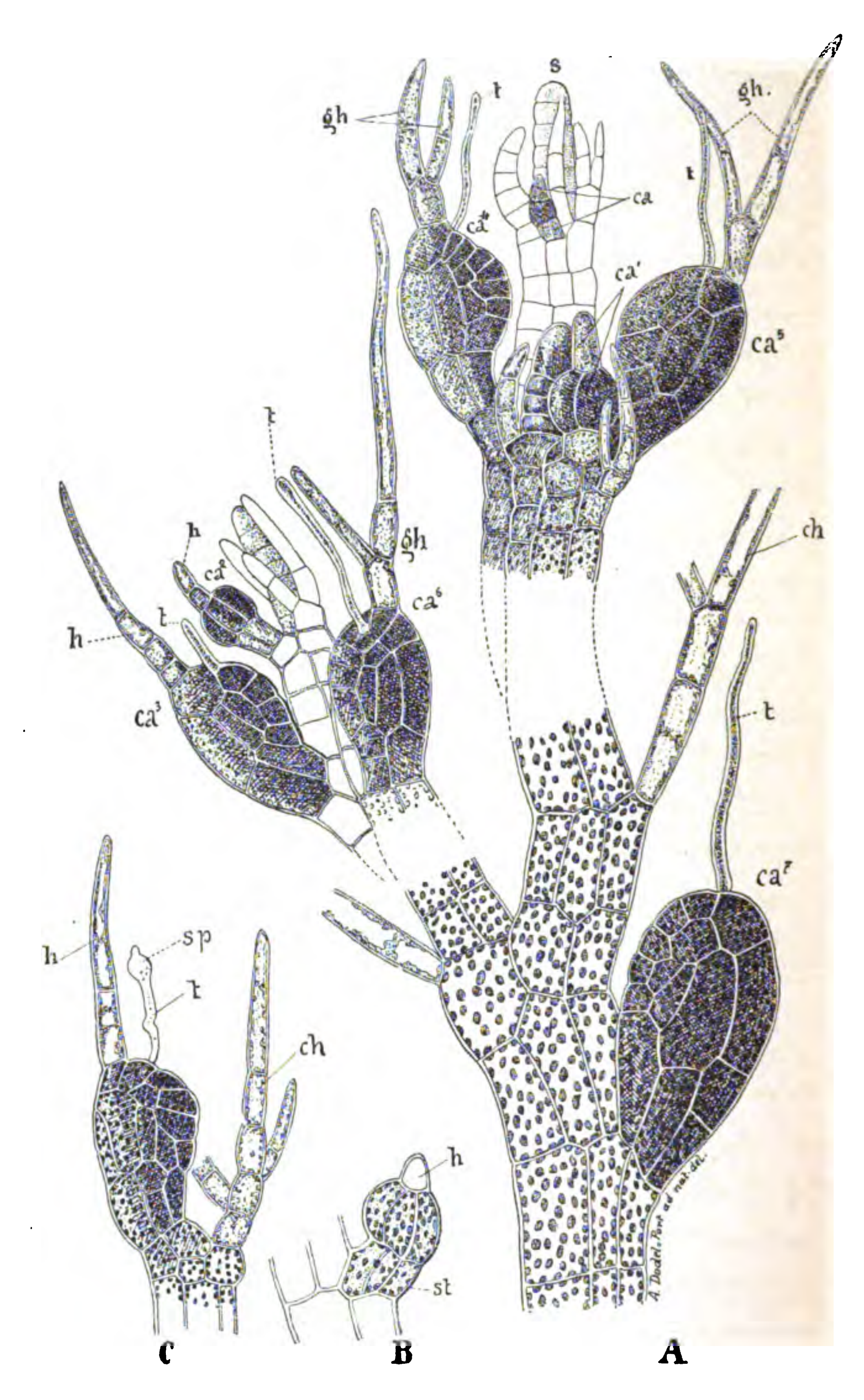


Fig. 33. Polysiphonia subulata,
weibliche Organe in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 33. **Polysiphonia subulata,**
weibliche Organe in verschiedenen Entwicklungsstadien.

A — Oberer Theil einer weiblichen Pflanze mit jungen und älteren Carpogonien vor der Befruchtung.

s — fortwachsender vegetativer Scheitel des Hauptastes.

ca — ganz junges Carpogon, erst aus drei Zellen bestehend. Die untere Zelle wird zum Stiel, die mittlere Zelle zum fertilen, bauchartig anschwellenden sporenbildenden Theil, die obere Zelle dagegen wird in der Folge zum scheitelständigen Haar.

ca^1 — weiter vorgeschrittenes Carpogon. Der mittlere bauchig angeschwollene Theil ist bereits zweizellig.

ca^2 — auf dem linken Zweig — noch weiter vorgeschrittenes Entwicklungs-Stadium. Der unterste (Stiel-) Theil ist bereits zweizellig, ebenso das scheitelständige Haar, während der mittlere fertile Theil bereits mehrzellig ist.

ca^3 — ebenfalls auf dem linken Zweig — ein beinahe ausgewachsenes Carpogon mit mehrzelligem, aber noch unverzweigten Haar h (am Scheitel) und dem erst hervorsprossenden weiblichen Empfängnißorgan, Trichogyne t.

ca^4 — auf dem Hauptast links oben — ein noch etwas weiter entwickeltes Carpogon mit dem Gabelhaar gh und der beinahe ausgewachsenen Trichogyne t.

ca^5 — auf dem Hauptast rechts und ca^6 auf dem linken Ast — zwei empfängnißfähige, vollständig entwickelte Carpogone mit den Gabelhaaren gh und der Trichogyne t.

ca^7 — rechts unten — ein Carpogon ohne Gabelhaar, aber mit sehr langer Trichogyne.

ch — ein gabelhaarähnlicher seitlicher Kurztrieb des größeren Astes, hinfällig und an älteren Theilen nicht mehr vorhanden.

B — Ein noch sehr junges Carpogon mit mehrzelligem Stiel st und bauchig angeschwollenem mittlerem Theil, indeß die scheitelständige Mutterzelle des Gabelhaares noch ungetheilt ist.

C — Ein empfängnißfähiges Carpogon, dessen scheitelständiges Haar h sich nicht verzweigt hat, indeß die Trichogyne t bereits mit einem Spermatozoid (sp) behaftet ist.

ch — ein hinfälliger Kurztrieb, als verzweigtes Haar (Trichom) erscheinend.

Der Zellinhalt der vegetativen Theile besteht in seiner größten Masse aus einem farblosen Zellsaft und aus wandständigen rothen Plasmakörnern. Die farblose Zellmembran ist geschichtet und beträchtlich dick.

Die männlichen Fortpflanzungsorgane, welche, wie bereits bemerkt, auf besonderen Individuen, getrennt von den weiblichen, vorkommen, sind zapfenartige Antheridien*). Sie erscheinen oft in großer Zahl an den obern Zweig-Enden, also in der Nähe des fortwachsenden Scheitels, an der Stelle von vegetativen Zweigen. Wie diese letztern, so stellen auch die Antheridien im jüngsten Stadium eine einzige Zelle dar (Fig. 32 bei A oben a^1), die durch Wachsthum und wiederholte Zelltheilungen sich alsbald zu einem langgestreckten, vielzelligen Gewebekörper ausbildet, wie ich dies in a^2, a^3, a^4 bis a^9 zur Anschauung gebracht habe. Das reife Antheridium steht auf einer kurzen Stielzelle st in A und B Fig. 32, aus welcher auch — am obern Ende des Stieles — ein dem Stamm oder Ast der Pflanze abgekehrtes Gabelhaar gh gh in A und B entspringt. In seiner äußern Erscheinung erinnert das reife Antheridium an den Bau eines reifen Maiszapfens. In der Längsaxe des zapfenartigen Organes repräsentirt eine Reihe von 4—6 cylindrischen Zellen die schlanke Zapfenspindel (Fig. 32 B). Ihre ganze Oberfläche ist von zahlreichen Spermatozoiden-Mutterzellen sm bedeckt. Letztere sind beim unreifen Antheridium (a^7, a^8 und a^9 Fig. 32 A) polyedrisch, gegen einander abgeplattet und stellen eine compakte Zellschichte dar. Das ganze Antheridium ist sammt der Stielzelle st und dem Gabelhaar gh von Anfang an farblos. Beim Heranreifen runden sich die Spermatozoiden-Mutterzellen so viel, als der Raum gestattet, ab, indem die Wandungen sich stark über die Peripherie des Antheridiums nach Außen verwölben. Der feinkörnige plasmatische Inhalt jeder Mutterzelle bildet sich zu einem kugeligen Körper um, der endlich aus der Membran der Mutterzelle heraustritt und als sogen. Spermatozoid die männliche Fortpflanzungszelle darstellt. Das reife Antheridium entläßt in kurzer Zeit seine sämmtlichen 400—800 kugeligen Spermatozoiden als unbewegliche Körper in das umgebende Meerwasser.

Das einzelne Spermatozoid (sp sp in Fig. 32) ist ein membranloses Plasmakügelchen ohne jegliches Bewegungsorgan. (Kny und einige andere Botaniker wollen bei den Spermatozoiden anderer Blüthentange „eine zarte Membran" beobachtet haben; es gelang mir nicht, bei denjenigen von Polysiphonia subulata eine solche nachzuweisen.) Im Centrum jeder dieser kugeligen Fortpflanzungszellen erkennt man bei starker Vergrößerung ein stark-lichtbrechendes Kügelchen, um welches sich einige kleinere farblose Plasmakörnchen gruppiren.

Das weibliche Organ von Polysiphonia subulata ist ein mehrzelliges Carpogon von ziemlich complicirtem Bau. Es entsteht auf der weiblichen Pflanze ebenfalls dicht unter dem Scheitel der Zweige und zwar — ähnlich wie die Antheriden auf den männlichen Pflanzen — an der Stelle von jungen vegetativen Zweigen. Ich habe in Fig. 33 die sämmtlichen mir zur Anschauung gekommenen Entwicklungsstadien des weiblichen Organes in ca, ca^1, ca^2, ca^3, ca^4, ca^5, ca^6 und ca^7, in chronologischer Folge nummerirt, zur Darstellung gebracht. Ich bitte den Leser, diese Figur mit danebenstehender Erklärung zu Hülfe zu nehmen und mir dadurch zu ersparen, hier im Text

*) Der Ausdruck „Antheridium" für „männliches Organ" der meisten niedern Gewächse, die wir unter dem Namen „Kryptogamen" zusammenfassen, soll an „Anthere", d. i. Staubbeutel (— die männl. Organe) der Blüthenpflanzen, erinnern.

weitläufig auf die Wachsthums- und Zelltheilungsprocesse eintreten zu müssen, die sich am weiblichen Organ, am jungen Carpogon von der ersten Zelle an bis zum empfängniß-fähigen Entwicklungsorgan abspielen. Zur Zeit der Befruchtung läßt das Carpogon drei wesentlich verschiedene Theile unterscheiden: 1) den Fuß st in Fig. 33 B, oder f in Fig. 34; 2) den fertilen, sporenbildenden Theil r—b in Fig. 34; 3) den Haar-Apparat t und gh in Fig. 33 und Fig. 34.

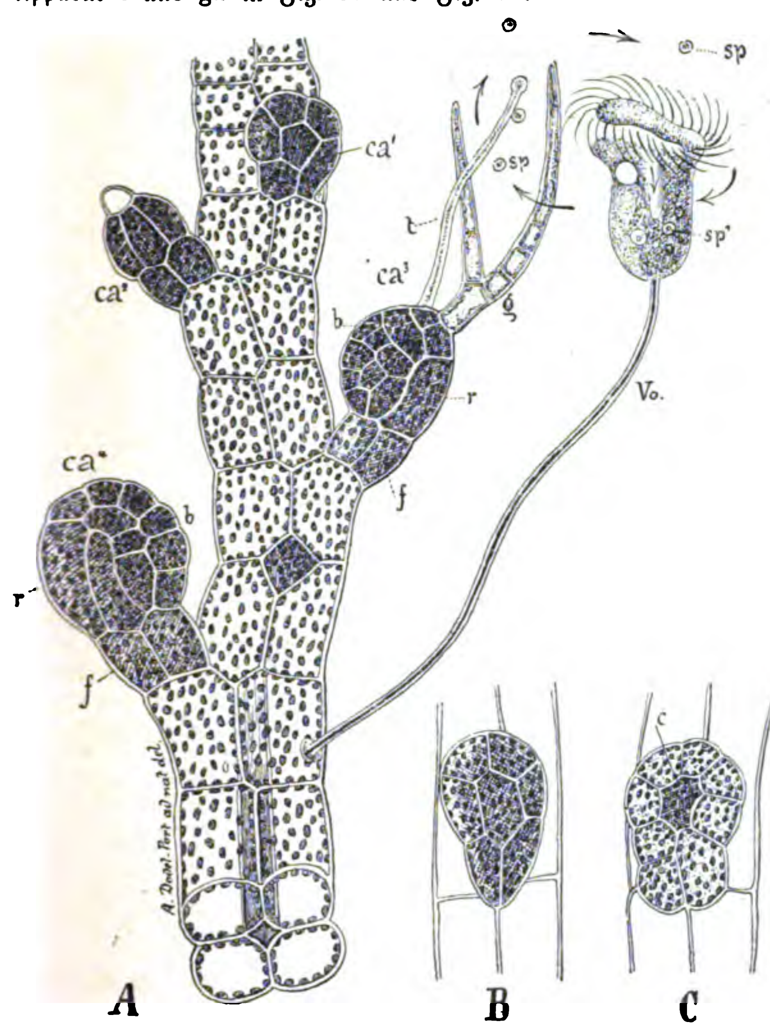


Fig. 34. **Befruchtungsvorgang bei Polysiphonia subulata unter Mitwirkung der Vorticelle Vo. Vergrößerung $\frac{480}{1}$.**

A ca¹ — ein auf niedriger Entwicklungsstufe stehen gebliebenes Carpogon.
ca² — ein junges, noch ganz unentwickeltes Carpogon.
ca³ — ein empfängnißfähiges Carpogon zur Zeit der Befruchtung.
f — Fuß, r Rückentheil, b Bauchtheil, g Gabelhaar des Carpogons.
t — Trichogyne, am obern Ende ein mit ihr verschmolzenes Spermatozoid und unterhalb des Scheitels ein seitlich anhaftendes Spermatozoid tragend. sp, sp — Spermatozoiden, welche von der lebhaften Vorticelle Vo in wirbelnder Bewegung herumgeschleudert werden. sp¹ — von der Vorticelle verschlungene Spermatozoiden.
ca⁴ — Ein Carpogon nach der Befruchtung. Trichogyne u. Gabelhaar abgefallen.
B und C — Auf niedriger Entwicklungsstufe stehen gebliebene Carpogone.

Der Fuß (f in Fig. 34) besteht, wie das Glied eines vegetativen Zweigstückes, aus einer centralen und vier um dieselbe gruppirten peripherischen Röhrenzellen; sein Querschnitt entspricht also demjenigen irgend eines jüngeren Zweigstückes (vergl. in Fig. 34 bei A unten die perspektivische Darstellung des Zweig-Querschnittes). In unserer Figur sehen wir selbstverständlich nur die zwei uns zugekehrten peripherischen Röhrenzellen des Fußes, während die centrale Zelle und die zwei hinten liegenden Röhrenzellen unserem Blick entzogen sind. Der Fuß des Carpogons ruht an jener Stelle auf dem mütterlichen Zweig, wo zwei tiefere peripherische Röhrenzellen mit den zwei nächstfolgenden

höhern Röhrenzellen gleichen Zweiges zusammenstoßen. Das Carpogon entspringt somit an der Grenze zweier Internodien und erhält seine Baustoffe aus vier peripherischen Röhren der Mutterpflanze.

Ueber dem Fuß folgt der fertile Theil des Carpogons. Dieser ist ein verkehrt-eiförmiger Zellkörper, der zur Zeit der Befruchtung aus 20—30 Zellen besteht. Eine centrale Zelle (c in Fig. 34 bei C), die reichlich mit körnigem Plasma erfüllt ist, wird von einer größeren Zahl unregelmäßiger, peripherischer Zellen umgeben und harrt der Befruchtung, um hernach zum sporenbildenden Apparat heranzuwachsen, indeß die neunzehn oder mehr peripherischen Zellen durch Wachsthum und weitere Theilungen zur vielzelligen Wand der Sporenfrucht (vergl. Fig. 35) werden. Das Carpogon ist zur Zeit der Befruchtung am Rückentheil r weniger stark gebogen als am Bauchtheil b. Auch sind an jenem die peripherischen Zellen länger, als am innern, stärker gekrümmten Bauchtheil.

Der oberste Theil des Carpogons ist der Haar-Apparat, der bei Polysiphonia subulata aus dem Gabelhaar g und aus der Trichogyne t besteht. Das Gabelhaar bildet sich schon sehr frühe am jungen Carpogon und zwar lange bevor die Trichogyne hervorsproßt. Es ist auch, wie sich aus der Entwicklungsgeschichte (bei Fig. 33) ergibt, durchaus scheitelständig, obschon es anscheinend bisweilen neben dem Scheitel situirt ist, und besteht aus einer verzweigten, selten bloß einfachen Zellreihe. Sein gesetzmäßiges Vorhandensein und die Dauer seiner Existenz — es verschwindet kurz nach der Befruchtung — sprechen dafür, daß es ein bei der Befruchtung nützlich mitwirkendes Hülfsorgan ist.

Der wesentlichste Theil des Haarapparates ist jedoch die Trichogyne, t in Fig. 33 und 34; sie ist das Empfängniß-Organ, welchem bei den Florideen eine ähnliche Bedeutung zukommt, wie dem stielartig verlängerten Griffel so vieler höherer Blüthenpflanzen, während der sporenerzeugende mittlere Theil (r—b in Fig. 34) das Analogon für den geschlossenen Fruchtknoten der bedecktsamigen Gewächse darstellt. Die Trichogyne ist ein zartes, farbloses, aus einer einzigen Zelle bestehendes Haar, das neben dem Scheitel des Carpogons sich aus letzterem erhebt und nicht völlig die Länge des Gabelhaares g erreicht. Sie bildet sich kurz vor der Zeit, da alle übrigen Carpogontheile jene Entwicklungsstufe erreicht haben, die ihnen während der Befruchtung zukommt. Während das Gabelhaar dem Carpogon ganz fehlen kann, ohne daß eine Befruchtung ausgeschlossen wäre (vergl. ca^7, Fig. 33 A), kann unmöglich ein Carpogon zur Sporenfrucht sich entwickeln, wenn nicht die Trichogyne vorhanden war. Letztere ist in ausgewachsenem Zustand von unten bis oben gleich dick und am Scheitel plötzlich abgerundet. Die zarte Membran dieses Empfängnißorganes wird im Reifestadium so verändert, daß kleine plasmatische Körper, wie Spermatozoiden, welche mit der Trichogyne in Berührung kommen, dort kleben bleiben, ähnlich wie der Blüthenstaub auf der feuchten Narbe des Griffels unserer Angiospermen-Blüthen. Im engen Canal der Trichogyne liegt feinkörniges, farbloses Plasma.

Vorgänge bei der Befruchtung:

Wenn Spermatozoiden von Polisyphonia subulata, die frisch aus den männlichen Organen benachbarter Pflanzen entleert und zufällig von Wasserströmungen daher getragen werden, mit dem obern Theil der Trichogyne in Berührung kommen, so bleiben

sie, wie bereits oben bemerkt, an dieser festhaften. Besonders der Scheitel der Trichogyne besitzt in hohem Grade die Fähigkeit, das kugelige Spermatzoid festzuhalten. Es erfolgt dann eine Verschmelzung der beiden sich berührenden Theile derart, daß der körnige plasmatische Inhalt des Spermatozoids in das Innere der Trichogyne selbst übertritt (vergl. Fig. 33 C, sp am obern Ende der Trichogyne t, ebenso in Fig. 34 das den Scheitel der Trichogyne t einnehmende und mit letzterer schon verschmolzene Spermatozoid). Der ganze Körper der männlichen Fortpflanzungszelle geht hierbei also eine Copulation mit der Trichogyne ein*). Ein Theil seines plasmatischen Bestandtheiles wandert im Trichogynen-Canal abwärts in den fertilen Theil des Carpogons, um dort an die eigentliche weibliche Zelle, die Centralzelle des Carpogons, den befruchtenden Impuls abzugeben, ähnlich wie das aus dem keimenden Blüthenstaubkorn in dem Pollenschlauch durch den Griffel bis zum Fruchtknoten hinunter wandernde männliche Plasma der höhern Blüthenpflanzen an den in den Samenknospen liegenden Eizellen die eigentliche Befruchtung vollzieht. (Ueber letzteren Vorgang in einem der nächsten Kapitel Genaueres.)

Da die Spermatozoiden der Florideen der aktiven Bewegungsorgane entbehren, also keine Flimmer-Cilien besitzen, wie die mit thierähnlicher Bewegung begabten Schwärmsporen mancher grüner Algen und wie die Spermatozoiden der meisten übrigen Kryptogamen, so beruht selbstverständlich die Möglichkeit der Befruchtung, d. h. in erster Linie die Berührung und Copulation des Spermatozoids mit der Trichogyne auf einem glücklichen Zufall. Die Spermatozoiden gelangen passiv, entweder durch ihre eigene Schwere oder durch die Strömungen des Meerwassers, in Folge des Wellenschlages bei Wind oder stürmischer See, oder durch die Wasserbewegung in Folge von Ebbe und Fluth, in vielen Fällen ganz gewiß auch durch die muntern Bewegungen von Meerthieren hinüber zu den weiblichen Organen. Je größer die Entfernung zwischen Antheridien und Carpogonien, zwischen männlichem und weiblichem Organ, desto geringer sind selbstverständlich die Chancen der Befruchtung; je lebhafter die Wasserbewegungen in der Nähe und zwischen den getrennten Geschlechtsorganen, desto wahrscheinlicher tritt der glückliche Zufall der Vereinigung beider Geschlechts-Elemente ein. Es lag daher die Vermuthung sehr nahe, daß in manchen Fällen bei den Florideen eine unbewußte Mitwirkung von Wasserthieren die Befruchtung begünstiget, ähnlich wie es bei den Landpflanzen zur Zeit der Blüthe durch die honig- und pollensuchenden Insekten stattfindet. In der That ist es mir denn auch gelungen, die ganz wesentliche Mitwirkung von Wasserthieren bei der Befruchtung von Polysiphonia subulata zu beobachten. Da dies meines Wissens die erste diesbezügliche Beobachtung ist und wie ich glaube, kein Zweifel mehr bestehen kann, daß im vorliegenden Falle die Anwesenheit von Glockenthierchen in der Nähe der Sexualorgane von Polysiphonia die Chancen der Befruchtung ungemein steigert, so habe ich nicht gezögert, die von mir wiederholt beobachtete Mitwirkung einer Vorticella auf einer Tafel des „anatomisch-

*) Jene Algologen, die dem Spermatozoid eine zarte Membran zuschreiben, schildern die Copulation von Spermatozoid und Trichogyne als eine Verschmelzung und Auflösung der Membranen dieser beiden Körper an ihren Berührungsstellen und nachherige Vereinigung der plasmatischen Partien, während hingegen andere Autoren den Vorgang kurz in oben angegebener Weise deuten. Eine dritte Auffassung geht dahin, daß das vorher nackte Spermatozoid erst bei der Verschmelzung mit der Trichogyne eine Membran erhalte, indeß der plasmatische Inhalt in den Trichogynen-Canal wandert.



physiologischen Atlas der Botanik" und hier, für das „Pflanzenleben" speciell in einer Phototypie zur Anschauung zu bringen.

Bei der mehrwöchigen Untersuchung dieser Floridee fand ich fast regelmäßig auf den fructificirenden weiblichen Pflanzen, die eine Menge reifer, halbreifer und auch erst in der Anlage vorhandener Früchte besaßen, eine Unzahl von langgestielten Glockenthierchen, die an allen Theilen des strauchig verzweigten Thallus, ganz besonders zahlreich aber an den oberen jüngsten Zweigen (mit den Carpogonien) sich festgesetzt hatten und da ihr munteres Wesen trieben. Diese, oft zu Dutzenden auf demselben Gesichtsfeld erscheinenden Infusorien waren häufig bei der mikroskopischen Arbeit sehr störend und mir bis zu jener Stunde unliebsame Gäste, da ich ihre freundliche Mitwirkung bei der Befruchtung direkt beobachtet hatte. Nachdem ich frische weibliche und männliche Exemplare von Polysiphonia, deren Sexualorgane das Reifestadium für die Befruchtung erreicht hatten, in einer Glasschale mit frischem Meerwasser vereinigt hatte, brachte ich Zweigstücke mit den beiderlei Geschlechtsorganen unter das Mikroskop, sie mit Wasser versetzend, in welches vorher zahlreiche reife Spermatozoiden entleert wurden. Während der folgenden paar Stunden war es mir leicht, alle Stadien der Befruchtung zu beobachten und in zahlreichen Figuren zu fixiren. Wiederholt sah ich den in Fig. 34 dargestellten Vorgang, bei welchem zahlreiche Spermatozoiden in dem Strudel mittanzten, den ein in der Nähe des Carpogons festsitzendes Glockenthierchen abwechselnd in Bewegung setzte, wobei häufig Spermatozoiden mit der Trichogyne t in Berührung kamen und dort kürzere oder längere Zeit haften blieben. Diesen muntern Thierchen hatte ich es zu verdanken, wenn mir gelang, die Vorgänge der Copulation von Spermatozoid und Trichogyne von Anfang bis zu Ende zu verfolgen.

Da die gestielten Vorticellen nicht allein mit Hülfe ihres Wimperkranzes einen Wasserwirbel, sondern durch ihre periodisch wiederkehrenden Contraktionen, durch ihr abwechselndes Zurückschnellen auf die Basis des eingerollten Stieles und nachheriges Ausstülpen und Zurückkehren in die frühere Lage eine ganze Reihe der mannigfaltigsten Wasserbewegungen zu erzeugen vermögen, so müssen kleine passive Körper, die im Wasser suspendirt sind, also auch die bewegungslosen Florideen-Spermatozoiden eben durch diese munteren Wesen in die mannigfaltigsten Bewegungen gerathen. Die Anwesenheit zahlreicher Infusorien verleiht den cilienlosen Spermatozoiden eine Art schwärmender Bewegung, wie sie jenen Sperma-Zellen der andern Kryptogamen zukommen, welche mit Cilien behaftet und deßhalb activ beweglich sind.

Daraus ergibt sich von selbst mit mathematischer Gewißheit eine immens größere Wahrscheinlichkeit für die Copulation von Spermatozoid und Trichogyne, als wenn keine Thiere vorhanden wären.

Gleichzeitig wird einleuchten, daß diese Wahrscheinlichkeit bei Polysiphonia subulata noch gesteigert wird durch die Anwesenheit des in nächster Nähe der Trichogyne stehenden und diese letztere überragenden Gabelhaares (g in Fig. 34), welches in vielen Fällen secundäre Wasserwirbel hervorrufen muß und oft den von der Vorticella Vo veranlaßten Wirbel spalten wird. Häufig trifft man bei Polysiphonia subulata unbefruchtet gebliebene Carpogone, und es wird nach dem oben Mitgetheilten nicht befremden, wenn dies namentlich an Stöcken beobachtet wurde, die weniger stark von Vorticella bevölkert sind.

Auf der andern Seite wird es auch nicht befremden, wenn diese Vorticella, die ich oft zu Hunderten auf einem und demselben Aste des strauchig verzweigten Thallus antraf, mit Vorliebe auf dieser Floridee Platz nimmt, da sie sich gerne mit Spermatozoiden von Polysiphonia subulata füttert. Wir hätten hier also ein analoges Verhältniß vor uns, wie es diejenigen Blumen darbieten, welche von pollensuchenden Insekten besucht und bestäubt werden. Der Consum dieser von Vorticellen verschlungenen Spermatozoiden kann gegenüber dem großen Vortheil, den die Glockenthierchen durch die Begünstigung der Copulations-Chancen unserer Floridee bringen, kaum in die Wagschale fallen. Eine Vergleichung der männlichen Pflanze mit dem weiblichen Individuum von Polysiphonia subulata sagt uns, daß auch hier, wie bei den Blüthenpflanzen, tausendmal mehr männliche Zellen gebildet werden, als zur Befruchtung nothwendig wären, sofern jedes erzeugte Spermatozoid je mit einer Trichogyne zusammentreffen müßte.

Nach vollzogener Befruchtung entwickelt sich das Carpogon zur sporenbildenden Frucht, die man bei den Florideen Cystocarp nennt (vergl. Fig. 31 und 35). Kurz nach der Copulation des Spermatozoids mit der Trichogyne verschwindet nämlich der Haarapparat, das Gabelhaar (g in Fig. 34) sowohl, als auch die Trichogyne t selbst. Die Wandzellen des Carpogons fangen nun an, rasch zu wachsen und durch Wände senkrecht zur Oberfläche sich zu theilen. Sie werden zur kapselartigen Hülle, welche frühzeitig, lange bevor die Sporen reif sind, am Scheitel, d. i. an jener Stelle, wo früher das Gabelhaar stand, ein rundes Loch besitzt. Mittlerweile beginnt die Centralzelle des befruchteten Carpogons sich zu theilen und eine Menge dichtstehender, kurzer Zweige zu bilden, die — nach allen Richtungen ausstrahlend, die Basis der kapselförmigen Frucht erfüllen. Jene zweigbildende Stelle wird Placenta genannt. An den Enden der von ihr ausstrahlenden verzweigten Zellreihen bilden sich birnförmige, dunkelroth gefärbte Sporen (c sp in Fig. 35), sogenannte Carposporen, die, sobald sie eine gewisse Größe erreicht haben, sich ablösen, durch die Oeffnung am Scheitel der Kapselfrucht in's Freie treten und alsbald als entwicklungsfähige Fortpflanzungszellen zu keimen beginnen.

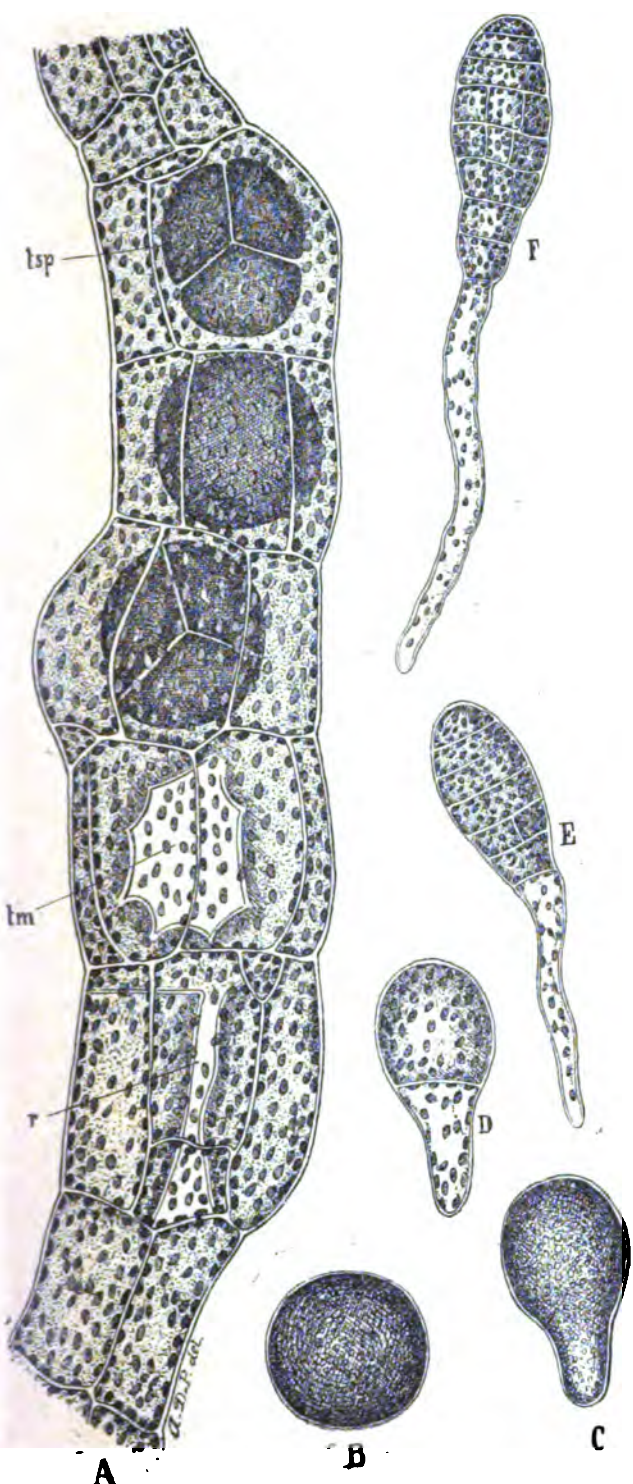
Die gänzliche Abwesenheit von activen Bewegungsorganen bei den Spermatozoiden der Florideen deutet auf einen gemeinsamen Vorfahren hin, von dem die verschiedenen Zweige der Florideen-Ordnung die Bewegungslosigkeit der Spermatozoiden ererbt haben. Gewiß sind während der Differenzirung der Rothtang-Gewächse manche Formen wegen ausgebliebener Befruchtung in Folge der Passivität der männlichen Sexualzellen ausgestorben, während andere Formen sich auf Standorte zurückgezogen haben, die durch lebhafte Wasserströmungen den Befruchtungsakt trotz der Bewegungslosigkeit der Spermatozoiden begünstigen. Bekanntlich finden wir die meisten jetzt lebenden Florideen-Arten an den vom Wellenschlag fortwährend bespülten Küsten wärmerer Meere, während die nördlichen, einen großen Theil des Jahres von starrer Eisrinde bedeckten Meeresküsten sehr arm an Rothtangen sind. Wie weit bei manchen dieser Wasserpflanzen die Differenzirung der Arten im Sinne einer Anpassung an die sie bevölkernden kleinen Meerthiere, welche eine Befruchtung in oben signalisirter Weise begünstigen, vor sich gegangen ist, muß erst die Zukunft, müssen erst zahlreichere weitere Untersuchungen ergeben. Wenn manche Tange in ihrem buschigen oder strauchartigen Thallus gewissen Infusorien, Bryozoen, Spongien, Hydren, Krebsen oder Würmern und kleineren Seesternen vorzügliche Schlupfwinkel oder Weideplätze darbieten, so daß sie mit besonderer Vorliebe eben von diesen Thieren aufgesucht und bevölkert werden,

so ist es doch wohl möglich, daß sich gelegentlich eine für beide Theile gleich wohlthätige Anpassung, eine Wechselbeziehung ausbildete, die ihre Analogien im bunten Reich der vielgestaltigen Correlationen zwischen höheren Blüthenpflanzen und Insekten finden würde. In diesem Sinne eröffnet sich dem geistigen Auge des Naturforschers und aller Jener, die dem letzteren folgen, ein ganz neuer Horizont in der Betrachtung des unterseeischen Pflanzen- und Thierlebens. Jetzt, heute sieht die ganze Frage noch wie ein dicht verschleiertes Märchen aus: das Abheben sämmtlicher Schleier von dieser Wundergestalt wird eine lange Zeit und unendliche Mühe in Anspruch nehmen. Auch hier wieder Arbeit für ein Jahrhundert voll neuer Forschungen! — Wir werden niemals fertig. —

Läßt man frische, eben ausgetretene Carposporen von Polysiphonia subulata in frischem, nicht-fauligen Meerwasser längere Zeit liegen, so trifft man schon am folgenden Tage viele Keimpflänzchen, die aus ihnen entstanden sind. Die Keimung der Carposporen erfolgt also unmittelbar nach der Entleerung der Sporenfrüchte und sie ist bei Polysiphonia

Fig. 35. Reife Sporenfrucht (Cystocarp) von Polysiphonia subulata bei 300facher Vergrößerung.

a a — der fruchttragende Thalluszweig.
cy — das Cystocarp, oben mit einer kreisrunden Oeffnung in der Wand, durch welche die Carposporen c sp entlassen werden.
(Nach der Natur gezeichnet, Triest, 30. März 1878.)



subulata im Wesentlichen eine ähnliche wie die Keimung der ungeschlechtlich entstehenden, hier noch zu besprechenden **Tetrasporen** (vergl. Fig. 36).

Die große Mehrzahl der Florideen bildet nämlich auf dem Wege ungeschlechtlicher Zellenbildung eigenthümliche Fortpflanzungszellen, die man wegen der meist tetraëdrischen Anordnung kurzweg **Tetrasporen** nennt. Sie sind die Stellvertreter der ungeschlechtlich entstehenden, nicht copulationsfähigen Makrozoosporen der grünen Algen; aber sie sind unbeweglich, es fehlen ihnen die Cilien für eine selbständige Bewegung; auch zeigen sie in ihrer Organisation nicht jene hohe Stufe der Differenzirung, wie sie den schwärmenden Zoosporen der andern Tange eigen ist.

Die Tetrasporen entstehen bei Polysiphonia subulata auf geschlechtslosen Pflanzenstöcken und zwar im Innern besonders gestalteter Thalluszweige, die man **Stichidien** nennt. Diese Zweige der geschlechtslosen Pflanze verdicken sich frühzeitig. Ich habe in **Fig. 36** A einen tetrasporenbildenden Zweig unserer Floridee bei 400-facher Vergrößerung dargestellt. Diese Stichidie ist durch Querwände in mehrere Glieder abgetheilt. Die von r an aufwärts aufeinander folgenden fünf fertilen Glieder sind dicker als die nicht-fertilen Glieder desselben

Fig. 36. Tetrasporen und deren Keimung bei Polysiphonia subulata.
Vergrößerung 400/1.
A — Ein tetrasporenbildender Zweig (Stichidie) mit z. Th. entleerten Gliedern (r und tm).
tsp — Tetrasporen. — B, C, D, E und F — auf einander folgende Keimungsstadien der Tetrasporen.

Thallus-Zweiges (am obern und am untern Ende der Fig. A). In jedem jener fünf Glieder entstanden unter den peripherischen Röhrenzellen je vier tetraëdrisch angeordnete Sporen. Die zwei untern fertilen Glieder (bei r und tm) sind bereits entleert; die Tetrasporen treten nämlich durch einen Riß r zwischen den peripherischen Zellen heraus. Im mittlern Glied, wo die Stichidie am dicksten, sind von den vier tetraëdrisch angeordneten Sporen drei sichtbar, eine vierte liegt hinten und konnte nicht zur Darstellung gelangen. Ebenso verhält es sich mit den Tetrasporen des obersten fertilen Gliedes (bei tsp), während im zweitobersten Glied die Theilung des mütterlichen Plasmaballens zur Bildung der Tetrasporen noch nicht eingetreten ist.

Die eben austretenden Tetrasporen sind nackte Plasmakörper, ohne Membran, dunkelroth gefärbt; kurz nach dem Austritt sind sie kugelrund. Sie bekleiden sich alsbald mit einer Membran und beginnen zu keimen. Die auf einanderfolgenden Keimungsstadien derselben sind in Figur 36 B, C, D, E und F zur Anschauung gebracht: zunächst streckt sich der kugelige Körper und nimmt eine keulenförmige Gestalt an, wobei der dünnere Theil (bei C und D) sich alsbald zu einem wurzelartigen Organ umbildet. Dieses letztere wird nun zunächst durch eine Querwand vom obern, dickern Theil des Keimpflänzchens abgegrenzt. Der obere Theil ist reicher an röthlichen Plasmakörnern als der wurzelartige Theil und erleidet beim weiteren Wachsthum zunächst wiederholte Quertheilungen (E), so daß dann das junge Pflänzchen eine einfache Zellreihe darstellt. Später, wenn diese Zellreihe nicht nur in die Länge, sondern auch in die Dicke wächst, treten auch Längstheilungen in den Zellen auf (E und F Fig. 36) und in noch spätern Stadien erfolgt eine Verzweigung der jungen Pflanze, wie sie der Mutterpflanze eigen war.

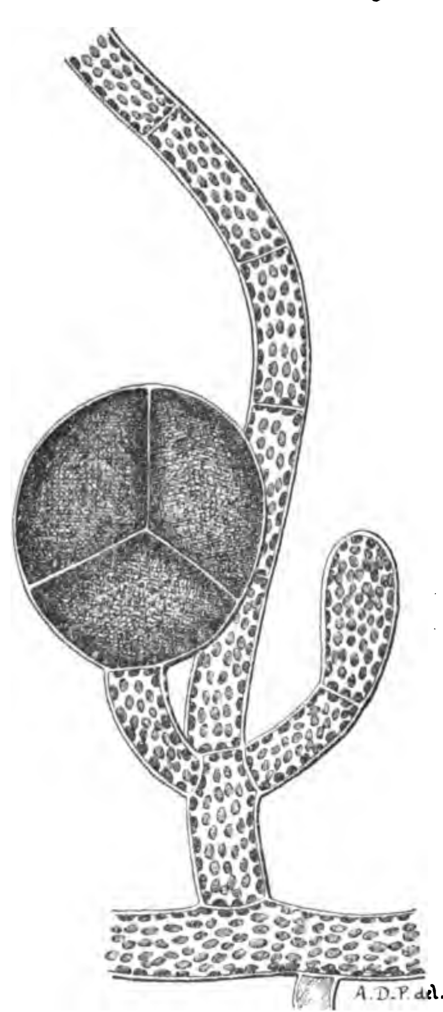


Fig. 37. Tetrasporen, entstanden am Ende eines kurzen Zweiges des fädigen Thallus von Lejolisia mediterranea (Bornet). Vergrößerung 660/1.

Während bei den Polysiphonia-Arten die Tetrasporen im Innern der Thalluszweige gebildet werden, erscheinen dieselben bei manchen andern Florideen am Ende von Seitensprossen, oder sie entspringen einer Gliederzelle des Thalluszweiges. Diese beiden letztern Arten von Tetrasporenbildung finden sich hauptsächlich bei denjenigen Florideen, deren Körper (Thallus) nur eine verzweigte Zellreihe darstellt, z. B. bei Lejolisia mediterranea (Bornet), wo die tetraëdrisch angeordneten Tetrasporen am Ende eines oder zweier opponirter Seitenzweige der primären aufrechten Aeste,

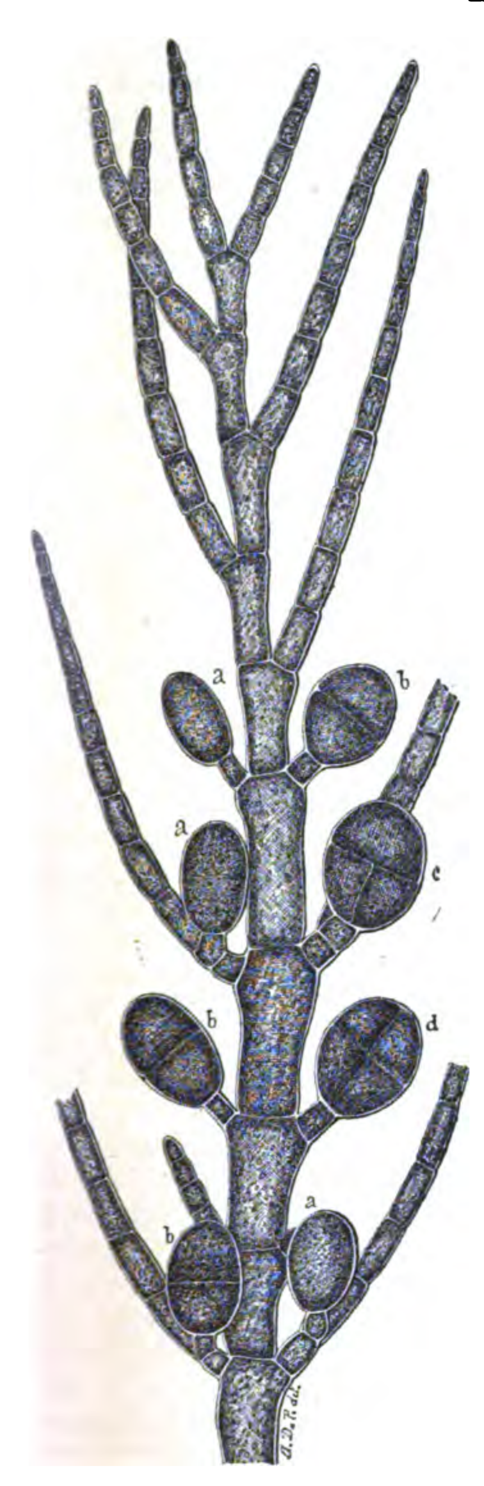


Fig. 38. Tetrasporen-Bildung bei Callithamnion cruciatum, Ag. Vergrößerung 300/1. (Nach d. Nat. gez. 11. April 1878.)

„seltener aus der Endzelle der letztern entstehen“ (vergl. Fig. 37).

Derselbe Fall mit einiger Abänderung zeigt sich bei Callithamnion cruciatum, Ag., einer äußerst zierlichen, prächtig rothen Floridee, die man während des Winters und Frühlings häufig an schlammigen Orten und auch epiphytisch auf größern Algen antrifft. Sie ist baumartig verzweigt, besteht aber auch nur aus Zellreihen. Ich habe in Fig. 38 einen tetrasporenbildenden Trieb dieser zierlichen adriatischen Alge dargestellt. Wie aus dieser Abbildung hervorgeht, entstehen die Tetrasporen zum Theil am Ende ganz kurzer Seitenäste eines Hauptsprosses (so die obersten und zweituntersten der vier opponirten Paare), zum Theil entspringen sie einer der unteren Gliederzellen größerer Seitenäste des Hauptsprosses (so beim untersten und zweitobersten Paare).

Wie aus den auf einanderfolgenden Entwicklungsstadien der Tetrasporen von Callithamnion cruciatum in der Folge der Buchstaben a, b, c und d in Fig. 38 hervorgeht, bilden sich die Tetrasporen nicht durch plötzliche Viertheilung, sondern durch zweimalige Zweitheilung der Mutterzelle a a. Bei b b ist die erstmalige Theilung durch eine horizontale Querwand erfolgt. Bei c hat sich bereits auch die eine der beiden Tochterzellen ersten Grades durch eine senkrechte Wand getheilt und bei d ist diese Zweitheilung auch in der andern Tochterzelle eingetreten, so daß nun vier in's Kreuz gestellte Sporen vorliegen.

Noch sonderbarer und abweichender gestaltet sich die Tetrasporenbildung bei Dudresnaya coccinea, Poir., die wir (nach Kny) in Fig. 39 illustrirt haben.

Auch diese Floridee ist ungemein zart; sie findet sich nicht allein an den wärmeren europäischen Küsten des atlantischen Oceans, sondern auch — wenn allerdings selten — im adriatischen Meer und zwar sowohl auf Felsen als auch epiphytisch auf großen Algen und auf dem Seegras (Zostera).

Die Tetrasporen bilden sich auf geschlechtslosen Pflanzen und entstehen am Ende von drei- bis achtgliedrigen Seitenzweigen. Gewöhnlich sind sie genau zonenförmig (Fig. 39 c).

Wie aus a und b Fig. 39 hervorgeht, theilt sich die Mutterzelle, aus welcher die Tetrasporen hervorgehen, erst durch eine Querwand (Fig. 39 b) zunächst in zwei Zellen. In jeder dieser beiden Tochterzellen wiederholt sich der Theilungsvorgang, so daß also nach zweimaliger Theilung auch hier, wie bei Callithamnion cruciatum, vier Tetrasporen vorliegen, die aber nicht in's Kreuz und auch nicht tetraëdrisch, sondern in eine Reihe angeordnet sind.

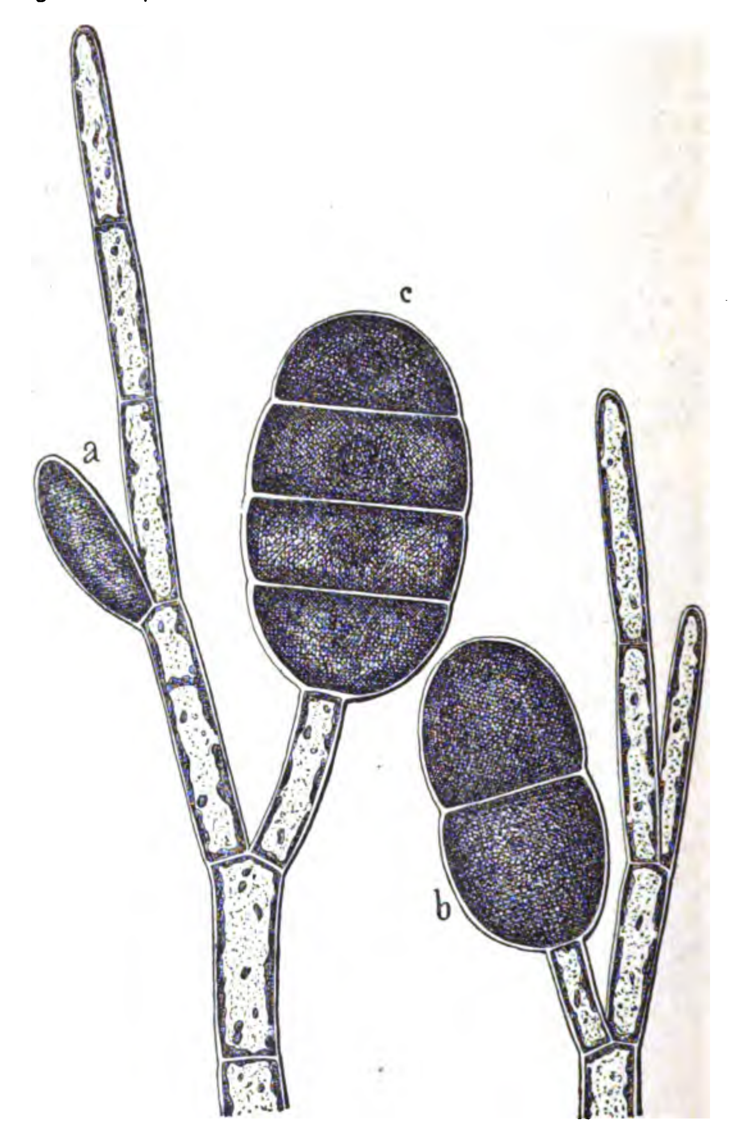


Fig. 39. Tetrasporen-Bildung von Dudresnaya coccinea (Poir). Vergr. 1324/1.

Die griechische Mythologie bevölkerte auch das Meer mit Göttern und Göttinnen. Eine dieser fruchtbarsten Gestalten zeugte fünfzig liebliche Töchter, die nach dem Namen ihres Vaters Nereus in Sage und Dichtung einfach die Nereïden genannt werden. Nicht Stoffe aus Menschenhand haben diese Götterkinder bekleidet: aber die Pflanzen der unterseeischen Gärten boten des Materials genug, um die classischen Gestalten in classisches Gewand zu hüllen und unter jenen finden sich auch anderweitige Objekte zu vollendeter Ausstattung. Als Sonnenschirm mochte den lieblichen Mädchen eine regenschirm- oder hutpilzähnliche Alge dienen, die zierliche Acetabularia mediterranea (Lamour), die in der Adria und in den griechischen Meerestheilen vom Frühjahr bis zum Herbst nicht selten auf Steinen haftend angetroffen wird.

Die Fächer aber, deren sich die Nereïden bei ihren unterseeischen Tänzen bedient haben mochten, finden wir heute noch angewachsen auf Felsen der flach verlaufenden Gestade. Die Wissenschaft hat sie unter dem Namen Padina Pavonia (Gaill.) oder Zonaria Pavonia, Ag. in's Algensystem eingereiht (vergl. Taf. V: die links unten an den Felsen haftenden pfauenschwanzähnlichen Gebilde — mit 7, 7 bezeichnet). Als Schleppenträger für das sammtbraune Porphyra-Gewand (Nr. 6, 6 in Taf. V) mochte den Töchtern des Nereus die schnurförmige, oft mehrere Meter lange Chorda Filum oder auch deren Schwester-Art, Chorda lomentaria (Scytosiphon lomentarium, J. Ag.) dienen, die wir unter Nr. 8 Taf. V unten abgebildet sehen. An flatternden Bändern boten die lebhaft grünen Punctarien (Punctaria latifolia, Grev., rechts unten in Taf. V unter Nr. 16 dargestellt) und der zierlich punktirte Asperococcus bullosus, Grev., in Taf. V rechts halbwegs oben) des schmückenden Materials genug. Glashellen Perlschnüren gleich mit grünen Gliedern rankt Chaetomorpha aerea (Nr. 19, rechts in Taf. V) durch die großen Tanggebüsche und versperrt beim scherzenden Spiel die stillen Pfade.

All diese phantastischen Pflanzengestalten mit ihren verschiedenfarbigen Lichtkleidern bilden in den Gärten der Nereïden das kleinere Buschwerk, das sogenannte Unterholz in den Wäldern der großen Cystosira- und Sargassum-Arten. Ich habe auf Taf. V nur andeutungsweise einige Repräsentanten dieser Riesentange zur Anschauung bringen können, es sind: Sargassum linifolium, J. Ag., Nr. 13, in der Mitte des Bildes, und Cystosira barbata, J. Ag. (unter Nr. 21), rechts unten am Boden wurzelnd und bis hinauf zum Wasserspiegel reichend.

Saragassum linifolium, J. Ag. repräsentirt mit noch einer andern Art (S. Hornschuchii, Ag.) in der Adria jene Algengattung, die einen welthistorischen Namen hat und eine mächtige Tangwiese mitten im atlantischen Ocean bildet, die unter dem Namen Sargasso-Meer auf jeder guten Weltkarte verzeichnet ist. Bekanntlich entdeckte erst Colombus auf seiner Fahrt nach dem neuen Erdtheil das Sargassomeer, das nach Humboldt einen sechsmal größern Raum einnimmt als Deutschland; seine Fahrt wurde während vierzehn Tagen durch diese „Kraut-Wiese" des atlantischen Oceans (Praderias da yerva) verzögert. „Gegen die Wiesen des Festlandes mit ihren so verschiedenartigen Gräsern, mannigfaltigen Kräutern und bunten Blumen, zeigt diese Wiese des Oceans eine auffallende Einförmigkeit der Zusammensetzung. Sie wird ausschließlich von einer einzigen Pflanzenart, dem Sargassum bacciferum, Ag. gebildet, die einem kleinen, vielfach verästelten Strauch mit zolllangen, scharfgezähnten Blättern und kleinen, erbsengroßen Beeren (den Schwimmblasen) gleicht. Seine eigentliche Heimath ist wahr-

scheinlich die Nordostküste von Südamerika, von wo der Golfstrom, in dem häufig Büschel dieses Tanges treiben, die Pflanzen mit forträgt, um sie schließlich im großen atlantischen Wirbel abzusetzen. In dem Sargasso-Meere selbst ordnen sich die Pflanzenbüschel immer in ziemlich regelmäßige Reihen nach der Richtung des Windes, wenn derselbe stetig und anhaltend weht, doch ohne deßhalb ihre Stelle, auf welche sie durch die Meeresströmung geführt worden sind, zu verlassen." (Schleiden.)

Der Leser erhält eine annähernd richtige Vorstellung von der berühmten Pflanze des Sargassomeeres, wenn er das Bild von dem in der Adria vorkommenden, mitten in Taf. V (unter Nr. 13) dargestellten Sargassum linifolium zu Hülfe nimmt. Diese Pflanze treffen wir im adriatischen Meere während des ganzen Jahres, meist zwischen andern großen Algen (Cystosira) eingeengt, ziemlich häufig auf Felsen. Sie ist ähnlich wie eine Blüthenpflanze in Stengel und Blätter differenzirt und sitzt mit einer Haftscheibe auf ihrer Unterlage. Der stengelartige Theil des Thallus ist fadenförmig, cylindrisch und reichlich verzweigt. Die langgestreckten bis 3 Centimeter langen lanzettförmigen Blätter sind am Rande wellig gebogen und stellenweise mit kurzen, nur wenig vorspringenden Zähnen bewaffnet. Nebst den Blättern finden sich aber auch noch beerenartige, kurzgestielte, lufterfüllte Schwimmblasen, die früher irrthümlich für „Beerenfrüchte" angesehen wurden und zu dem Namen „Beeren-Tang" Anlaß gaben. Alle Theile dieser großen Alge, welche zu den Brauntangen (Melanophyceen, Fucoideen) gehört, sind von lederartiger Consistenz und schmutzig gelbbraun. Durch heftige Bewegungen der brandenden Meerwasser können die Pflanzen von der Unterlage abgerissen und schwimmend an's Ufer gebracht werden oder auch auf hoher See, ein Spiel des Windes, umhertreiben, wobei ihnen die lufterfüllten Schwimmblasen trefflich zu Statten kommen.

Noch viel häufiger als dieser „leinblättrige Beerentang" treffen wir in der Adria eine zweite Riesenalge, Cystosira barbata, J. Ag. (Nr. 21 in Taf. V). Sie gehört ebenfalls zu den Brauntangen und liebt mehr ruhige, flache Buchten mit schwach angesüßtem oder auch (wie in Seehäfen) verunreinigtem Wasser. Sie bildet bald größere Bestände, sozusagen Hochwälder, bald kleinere Gruppen, untermischt mit einigen andern Cystosira-Arten, deren die Adria im Ganzen vier zählt. Auch kommt sie, wie bereits oben bemerkt, häufig mit Sargassum untermengt vor. Sie gestattet bei einer Barkenfahrt durch die seichten Meerestheile außerhalb des Campo Marzo bei Triest einen wunderbaren Anblick. Dort bildet sie am Grunde des krystallklaren Salzwassers förmliche Wälder: von Oben betrachtet erinnert ihr Anblick an die Vogelperspektive über einem entblätterten Birkenwald: denn der Thallus von Cystosira barbata ist reich verzweigt, die Zweige selbst sind wieder in feinere Aeste verzweigt und letztere sind schotenartig gegliedert durch Auftreibungen, wie dies in unserem Bilde angedeutet ist. Nach stürmischen Nächten findet man auch diese Fucoide in Massen am Strande ausgeworfen. Sie ist in der Regel von allen möglichen andern Algen bevölkert, die auf ihr, hauptsächlich an den älteren Aesten und Zweigen, sich ansiedeln.

Bei dieser Gelegenheit wollen wir nicht versäumen, auf den Epiphytismus der Gewächse aufmerksam zu machen, eine Erscheinung, die wir bei der Pflanzenwelt des Festlandes, wie in den untergetauchten Gärten der Nereïden antreffen. Wir nennen eine Pflanze, die auf einem andern Gewächse sich ansiedelt, ohne diesem letzteren Stoffe zu entziehen, einen Epiphyt, im Gegensatz zum Schmarotzer oder Parasit, der die

von ihm befallene Pflanze aussaugt, schädiget und oft zu Grunde richtet. Ein paar naheliegende Beispiele möge den Unterschied zwischen Parasit und Epiphyt erläutern: In unsern Nadel- und Laubwäldern sehen wir oft alle dickeren Stämme lebender Bäume von dem hoch hinaufkletternden, mit Haftwurzeln ausgestatteten Epheu (Hedera Helix) bedeckt, ohne daß die betreffenden Bäume dadurch Schaden nehmen, da der Epheu im Boden wurzelt und selbständig assimilirende, grüne Blätter besitzt, so daß er gar nicht nöthig hat, seinem Logisgeber (der Eiche, Tanne oder Buche) fremde Säfte und Nährstoffe zu entziehen. Seine Haftwurzeln dienen nicht als Saugorgane, sondern nur zum Festklammern. Der Epheu ist ein Epiphyt, keineswegs ein Parasit; er entzieht dem Boden und der Atmosphäre ebenso selbständig die rohen unorganischen Nährstoffe und verarbeitet sie in den grünen Blättern zu organischen Substanzen, zum Aufbau seines eigenen Körpers, ebensogut als es die Tanne, die Eiche, die Buche für sich thut. Er ist mit Einem Wort: ein ehrlicher Arbeiter, kein Schmarotzer. Das Gleiche gilt von einer Anzahl Moosen und Lebermoosen, die auf lebenden Stämmen und Aesten anderer Pflanzen sich ansiedeln und jene oft ganz mit einem grünen Sammtrasen bekleiden. Durch ihre lebhaft grüne Farbe bekunden diese Epiphyten ihren ehrlichen Charakter. Aehnliches gilt von den Krusten-, Laub- und Strauchflechten, welche unsere Wald- und Obstbäume, namentlich die mit alter schorfiger Rinde bekleideten Aeste und Stämme bevölkern. Der Flechtenkörper als Ganzes ist ein unschuldiger Epiphyt, keineswegs ein Schmarotzer.

Die Flachsseide dagegen, die Gewächse der weitverbreiteten Gattung Cuscuta, welche oft ganze Culturen des angebauten Klees in wenigen Wochen zu Grunde richtet, ist ein ächter Parasit. Sie windet ihren fadenförmigen Stengel enge um Stengel und Blattstiele ihrer Wirthpflanze, treibt in die letztere hinein eine Unzahl von Saugwurzeln, welche organische Substanzen aus der Wirthpflanze aufnehmen und in den Schmarotzer überführen; die Flachsseide besitzt kein Chlorophyll, sie ist nicht grün, sondern blaß und besitzt auch keine entwickelten Laubblätter: sie fristet ihr Dasein auf Kosten der Arbeit von grünen, assimilirenden Pflanzen, auf denen sie Platz nimmt, um sie auszusaugen. Aehnlich verhält es sich mit der Sommerwurz (Orobanche, Kleeteufel), und allen andern nichtgrünen, blattlosen Blüthenpflanzen, die mit Saugwurzeln in ihre Wirthe eindringen und diese schädigen. Zwischen Epiphytismus und Parasitismus existirt somit ein colossaler Unterschied, der leider so häufig übersehen wird.

In der Mitte zwischen Epiphyt und Parasit steht der Halbschmarotzer, der zum Theil auf Kosten des Wirthes, zum Theil aus eigener Arbeit lebt. Wir nennen als Beispiel die weiße Mistel (Viscum album), einen strauchartigen Halbschmarotzer, der sich in obstbauenden Gegenden oft unangenehm auf Kernobstbäumen breit macht; Zweige und Blätter sind von blaß gelbgrüner Farbe, den zum selbständigen Leben unzureichenden Gehalt von grünem Farbstoff verrathend. Mit den Saugwurzeln schöpft die Mistel einen Theil ihrer Nahrung aus der Wirthspflanze, indeß die blaßgrünen Blätter spärlich aus atmosphärischen, unorganischen Substanzen organische Stoffe bilden.

Unter den Pflanzen des Meeres treffen wir sehr selten ächte Parasiten und sind solche vorhanden, so gehören sie in die Klasse der Pilze, keineswegs zu den Tangen. Es ist sogar fraglich, ob unter den Meertangen auch Halbschmarotzer vorkommen. Dagegen ist es ganz gewiß, daß sehr viele marine Algen epiphytisch und keineswegs parasitisch leben. Ein Beispiel mag dies illustriren:

Die in unserer Tafel V unter Nr. 21 abgebildete Cystosira barbata, bärtige Blasenkette, gestattet einer Unzahl von andern Algen, auf ihr Platz zu nehmen, ohne daß sie dabei irgend welche Stoffe und Substanzen an die sie bewohnenden Pflanzen abgibt. Ich habe als Epiphyten dieser Cystosira auf unserer Tafel nur drei andere Algen dargestellt: Porphyra leucosticta (Nr. 6), Chaetomorpha aerea (Nr. 19) und Asperococcus bullosus (Nr. 20). Würde es der Raum gestattet haben, so hätte ich ebensogut mindestens 20 verschiedene Tange als Epiphyten auf Cystosira zur Anschauung bringen können, denn vor mir steht in einem Gefäß mit salzgesättigtem Meerwasser ein robustes Exemplar von Cystosira barbata aus der Bucht von Miramar, an dem zahlreiche Arten von Grün-, Braun- und Rothtangen Platz genommen haben und mein Freund Ferdinand Hauck in Triest, einer der besten Kenner unserer Algen, zählt in seinem Verzeichniß der adriatischen Tangflora nicht weniger als 115 Arten von solchen Tangen auf, die, mit unbewaffnetem Auge erkennbar, auf dieser Riesenalge als Epiphyten vorkommen. Ich nenne hier nur wenige der auffälligsten und charakteristischen Formen:

a) von Brauntangen (Fucoideen): Dictyota dichotoma, Ag., der gabelig verzweigte Netztang;
Striaria attenuata, Grev., der schmale, grasartig aussehende Streifentang;
Asperococcus bullosus, Grev. (für den sich leider kein passender deutscher Name finden läßt) — Nr. 20 in unserer Taf. V; verschiedene
Sphacelaria-Arten — Brandspitzentange und mehrere Species der artenreichen Gattung: Ectocarpus.
Alle diese Tange sind nicht reingrün, sondern durch einen braunen Farbstoff, das sogen. Phaeophyll, bald schmutzig braungrün, bald licht-, bald hellbraun gefärbt, oft vom Aussehen abgestorbener Grün-Algen.

b) Von Rothalgen — Florideen — Blüthentangen:
Die Hälfte der 27 Arten von Polysiphonia, die in der Adria angetroffen werden, kommen gelegentlich auf Cystosira barbata vor;
dann die zierlichen Gestalten der Dasya-Arten (Pinselfaden-Tange), Laurencia, Lomentaria, Gelidium corneum, Lam. (Nr. 5 in unserer Taf. V) und Gelidium caespitosum (beides sogenannte Gallerttange), die purpurne, blattartige Delesseria Hypoglossum, Lam., die im glühendsten Rosa prangenden, ebenfalls blattartigen Nitophyllum-Arten, die von Kalk incrustirten Korallen-Algen der Gattungen Corallina, Melobesia, Amphiroa und Jania, oft kaum als pflanzliche Gebilde erkennbar; dann wieder die märchenhaften Blüthentange der Gattungen Rhodophyllis, Rhodymenia, Chrysymenia, deren Pracht zu schildern unsere Sprache nicht ausreicht, sodann die robusten Strauchalgen der Ceramium-Arten (vergl. Nr. 9 und Nr. 18 in Taf. V), die barocken Formen der paternosterförmig gegliederten Griffithsia barbata, Ag., die in Feinheit und Farbenpracht nicht nachahmbaren Callithamnion-Arten (Schönstrauch-Tange) und endlich die eingangs besprochenen classischen Gestalten der Porphyra leucosticta (Nr. 6, 6, Taf. V).

c) An Grüntangen, bei denen das Plasma grasgrün gefärbt ist:
verschiedene Schlauchalgen (Siphoneen) der Gattungen Valonia, Halimeda, Udotea und Bryopsis,
dann mehrere Ulven, zu denen auch die unter Nr. 15 in Taf. V (Mitte unter dem Ebbespiegel) abgebildete Salat-Ulve (Ulva Lactuca, Le Jolis), gehört, obschon sie meistens Steine und felsige Standorte zu ihrer Unterlage vorzieht.
Auch Faden-Algen (Confervaceen) leben epiphytisch auf Cystosira barbata, so z. B. mehrere Cladophora-Arten, grüne, strauchig verzweigte Tange, von denen viele Formen auch in unsern Süßwässern vorkommen. Hieher gehört auch die fadenwurmartig aussehende Chaetomorpha aerea, Kg., die unter Nr. 19 Taf. V als Epiphyt auf Cystosira barbata dargestellt ist. Diese steifen, gallertig durchscheinenden Fäden sind durch grüne Gürtel gegliedert und gewähren, in salzgesättigtem Meerwasser aufbewahrt, selbst jahrelang einen wunderlichen Anblick.

Alle die genannten Epiphyten der Cystosira sind mit unbewaffnetem Auge erkennbar und sie stellen eine robuste Flora dar, die, wenn sie wirklich aus Schmarotzern bestände, hinreichen müßte, in wenig Tagen alle Cystosiren-Wälder der Adria vollständig zu vernichten. Da sie aber in ihren Zellen Farbstoffe besitzen: grünes Chlorophyll, oder braunes Phaeophyll, oder das rothe Phyco-Erythrin, oder — wie bei den mikroskopisch kleinen Stückelalgen, die sich in Dutzenden von Arten auf Cystosira einfinden, das olivengrüne oder gelbbraune Diatomin, welche sämmtlichen Farbstoffe dem Plasma die Fähigkeit verleihen, unter dem segnenden Einfluß des Tageslichtes aus Wasser und Kohlensäure, also aus unorganischen Substanzen ihrer Umgebung, organische Stoffe zu bilden: so legitimiren sich diese Gäste der sogen. Blasenkette als unschädliche, harmlose Ansiedler. Und welchen Reiz an Schönheit und Formenwechsel verleihen sie den Riesentangen in den Gärten der Nereïden!

Ja, wer sie alle beschreiben und malen wollte, die vielerlei Gäste auf Cystosira barbata, der müßte ganze Bände von Schilderungen und ganze Mappen voll Aquarellen liefern.

Und ähnlich, wenn auch nicht in so reichem Maße, verhalten sich verschiedene der größern Meertange. Auch Fucus virsoides (Nr. 1 in Taf. V) beherbergt eine ganze Flora zahlreicher anderer Algen; ja selbst die glänzend-grüne, dem Gartensalat so sprechend ähnliche Salat-Ulve, Ulva Lactuca (Nr. 15 in Taf. V), deren glatte Oberfläche so wenig geeignet erscheint, andern Tangen als Haft-Unterlage zu dienen, macht sich durch Gastfreundschaft rühmlich bemerkbar. Ich habe zu wiederholten Malen auf älteren Exemplaren der Salat-Ulve verschiedene dort niedergelassene Florideen angetroffen, so namentlich Porphyra leucosticta (6, 6 in Taf. V) in allen Entwicklungsstadien. Ein Exemplar aus meiner Sammlung, das kaum zweimal handgroß ist, trägt am Rande und auf der Oberfläche des salatblatt-ähnlichen Thallus nicht weniger als 84 mit unbewaffnetem Auge erkennbare Porphyra-Individuen in allen möglichen Größen. Wer sich auf's Sammeln von Meertangen verlegt, wird über den Epiphytismus mancher adriatischer Algen erstaunt sein. Mit Einem Griff erhaschen wir zehn und zwanzig Tange zugleich, die alle als Epiphyten im wunderlichsten Wechsel und in phantastischen Anordnungen und Gruppirungen an einem und demselben robustern Tangstrunke sitzen.

— Eben dieser Epiphytismus ist es, welcher der marinen Flora einen ungeahnten Reiz, eine erstaunliche Fülle von Abwechslung und Bewegung verleiht.

Es ist unmöglich, an dieser Stelle auch noch einläßlicher über die für das unbewaffnete Auge unsichtbaren Stückelalgen oder Diatomeen, welche die Adria bevölkern, zu berichten. Ihre Zahl ist Legion und stellenweise enthält das Meerwasser so viele dieser kieselbepanzerten einzelligen Pflänzchen, daß ihrer in einem Fingerhut etliche Millionen Platz hätten. Und wollten wir auf die Darstellung ihres anatomischen Baues und ihrer Lebensweise, sowie auf ihre sonderbaren Bewegungs-Erscheinungen und die Phänomene der Fortpflanzung und Vermehrung eintreten, so müßten wir für die adriatischen Diatomeen allein einen dicken Band beanspruchen. Bei den mikroskopischen Untersuchungen anderer Algen kommen uns die zierlichsten Diatomeen-Formen fast immer ungesucht unter das Mikroskop und viele von ihnen zeigen eigenartige Bewegungen von so überraschendem Charakter, daß wir gerne begreifen, wie diese Organismen von früheren Biologen rühmlichsten Andenkens zu den Thieren gerechnet wurden. Es sind z. Th. bewegliche Gebilde von träumerischem Wesen: da wandeln sie unter dem Mikroskop bald in bedächtiger Glitschbewegung, bald schwankend und tastend, bald zitternd, bald sichern, bald unstäten Ganges durch das Gesichtsfeld dahin. Jeder Tag bringt uns neue Gestalten zur Ansicht; denn die Adria mag einige Hundert verschiedene Diatomeenformen besitzen.

Ja, die Kenntniß der mikroskopischen Lebewelt hat seit Linné's Zeiten enorme Fortschritte gemacht. Als dieser „Vater der Botanik" im Jahr 1753 seine Pflanzenarten herausgab, kannte er nur ungefähr 60 Algen-Arten. Im Verlauf der letzten 130 Jahre hat die Zahl der beschriebenen und untersuchten Algen sich verhundertfacht, sind doch allein bis heute mehr als 1300 verschiedene Diatomeen-Arten beschrieben worden und beläuft sich heute die Zahl der bekannten Algenspecies auf 6000—7000!

Ferdinand Hauck, der rühmlich bekannte Algolog der Adria, zählt in seinem noch keineswegs vollständigen Algen-Verzeichniß des adriatischen Meeres allein 299 Arten größerer Tange auf, von denen die Diatomeen ausgeschlossen sind.

Nachdem wir im Vorstehenden einige der augenfälligsten Repräsentanten und ansehnliche Gruppen der adriatischen Tangflora kennen gelernt haben, dürfte es nicht unnütz sein, einen orientirenden Ueberblick über das Ganze zu suchen. Ich wähle hiefür nicht die Form systematischer Aufzählungen auf der Basis eines natürlichen Pflanzensystems, wie sich dies für ein trockenes „Lehrbuch" der Botanik geziemt, sondern die freiere Behandlung des Materiales in dem Sinne, wie es in verschiedenen „Zonen-Gemälden" für die Festland-Vegetation versucht und z. Th. mit Glück durchgeführt wurde. Ich folge hiebei dem Vorschlage meines Freundes Hauck, des mehrgenannten Triestiner Algologen, der die Güte hatte, zu Handen des „Pflanzenlebens" die nachstehende, von mir etwas weiter durchgeführte Skizze zu entwerfen, welche nach meinem Dafürhalten von wesentlichem wissenschaftlichen Werthe ist und in mehr als Einer Richtung für Forscher und Naturfreunde anregend sein wird.

Hauck unterscheidet mit Rücksicht der örtlichen Vertheilung adriatischer Algen folgende vier Hauptregionen:

1. Die Supralitoralregion, d. i. die über dem gewöhnlichen Fluthspiegel liegende obere Uferzone.

2. Die obere Litoralregion, zwischen dem durchschnittlichen Fluth- und dem durchschnittlichen Ebbespiegel.
3. Die untere Litoralregion, vom Niveau der tiefsten Ebbe bis ungefähr 5 Meter Tiefe.
4. Die Tiefenregion, unter 5 bis ungefähr 40 Meter Tiefe.

Die Supralitoralregion
(obere Uferzone)

ist sehr arm an Tangarten und umfaßt nur wenige Algenformen, die sich zum Theil einzig mit zerstäubtem Meerwasser begnügen müssen; denn sie sind ja nicht im Rayon des gewöhnlichen Wasserspiegels, sondern über dem Meeres-Niveau. Die hieher gehörigen Tange finden sich meist nur an schattigen Orten, in Höhlungen und vom Meerwasser umspülten Grotten und dunkeln Schloten, wo sie Schutz vor Regenwasser finden. Unter den 299 von Hauck aufgezählten größern adriatischen Algen sind nur vier Species unscheinbarer Rothtange, die in dieser Zone vorkommen (Catenella Opuntia, Grev. — auf Felsen und Ufermauern während des ganzen Jahres; Hildenbrandtia Nardi, Zan. — im Winter und Frühjahr auf Sandsteinen und Ufermauern; Dermocarpa vulgare, Hauck — das ganze Jahr auf verschiedenen andern Algen; Bangia fuscopurpurea, Lyngb. — im Winter auf Steinblöcken, die der vollen Brandung ausgesetzt sind). Außer diesen vier Arten nennt Hauck eine sehr merkwürdige Alge aus der Gruppe der Urpflanzen, die von mikroskopischer Kleinheit und daher nur in nach Millionen Individuen zählenden Gesellschaften dem unbewaffneten Auge sich bemerkbar macht. Er nennt sie Pleurocapsa fuliginosa. „Sie bildet oft ausgedehnte rußige Anflüge auf Steinen, die eben gerade an der Fluthgrenze liegen, so daß nach dem Eintritt der Ebbe die Fluthgrenze oder der höchste Wasserstand durch einen breiten schwärzlichen Rand markirt erscheint." (Leider war mir nicht rechtzeitig genug vergönnt, diese aus kugeligen Zellchen bestehende Uralge für unser „Pflanzenleben" zu zeichnen.) Mein Freund berichtet, daß diese Protococcacee nur in der kälteren Jahreszeit häufig ist und sich mit zunehmender Wärme zurückzieht oder ganz verschwindet. „Nur an nördlich gelegenen Stellen kann man sie das ganze Jahr hindurch in den sehr merkwürdigen Entwicklungsstadien antreffen. Sie ist von allen möglichen Algen-Anfängen — jüngern Entwicklungsformen anderer Tange — durchwachsen; so setzen sich namentlich Sporen (Schwärmzellen) von Ulvaceen und Fadenalgen (Confervaceen) am Uferrande in ähnlicher Weise fest, wie dies geschieht, wenn schwärmsporenbildende Grünalgen in einem Glas gezüchtel werden. Dann bilden diese Schwärmsporen am obern Rande des Fluthspiegels über dem schwarzen Streifen der obengenannten Uralge einen grünen Streifen; allmälig entwickeln sich auch die Ulven- und Fadenalgen-Keime und der Meeres-Saum wird stellenweise lebhaft grün, bis auch diese Farbe mit der zunehmenden Sommer-Wärme verschwindet."

Die marinen Tange der Supralitoral-Region sind den möglichst ungünstigen Verhältnissen ausgesetzt, unter denen überhaupt noch Pflanzen vorkommen. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ähnlich, wie die über der Schneegrenze noch vorkommenden wenigen Festlandpflanzen unserer Gebirge. In beiden Fällen ist es der rigorose

Kampf um's Dasein, welcher diese „verstoßenen" Kinder einer glücklicheren Flora an die Grenze des noch ertragbaren Elendes vertrieben hat.

Die obere Litoral-Region
(zwischen Fluth- und Ebbespiegel eingegrenzt)

ist weit reicher, als jene eben beschriebene obere Uferzone. Hier treffen wir auch die sehr charakteristische Brackwasser-Flora der Salinen. Wo nämlich die salzige Fluth des Meerwassers mit süßem Wasser von Bächen, Quellen, Kloaken und Süßwasser-Canälen vermischt und dadurch brackisch wird, da finden sich eigene Tangformen, die den Uebergang von den eigentlichen Meeralgen zu den Tangen des Süßwassers bilden. „In der That erscheint nun an solchen Stellen die Hauptmasse der Ulven und Faden-Algen (Ulvaceen und Confervaceen). Die Salinengräben sind oft ganz mit schwimmenden Watten von Cladophora-, Rhizoclonium-, Chaetomorpha- ꝛc. Arten bedeckt, zwischen welchen sich die eingeweideförmige Darm-Ulve, Ulva enteromorpha ; intestinalis (Le Jolis) breit zu machen sucht. Alle diese, grüne schwärmsporenbildenden Tange sind nun wieder die Gastgeber von allen möglichen mikroskopischen Algen anderer natürlicher Familien und Ordnungen. Da sind namentlich die Calothrix-Arten, welche oft spangrüne mikroskopische Räschen bilden, die interessante Phaeophila Floridearum. welche ihre Schwärmsporen durch die hohlen Borsten entläßt (wie Dr. Kirchner beobachtete); dann nebst manchen Anderen auch viele kleine Melobesia-Arten, die unsere Coleochaeten des Süßwassers vertreten. An geeigneten, dem Meere nahe gelegenen Orten der Brackwässer finden sich auch Florideen zwischen den grünen Watten." Von diesen Blüthentangen mögen manche im nahen Meere ihren passendsten Standort gehabt haben, aber von den ungestümen Wellen abgerissen und in diese Tangdickichte der Salinengräben hineingetragen worden sein, wo sie nun, so lange es unter diesen veränderten Standortsverhältnissen möglich ist, weiter vegetiren, aber hiebei einen eigenthümlichen Habitus annehmen. Viele Tange scheinen aber in den Salinengräben und andern brackischen Gewässern ihre Geburtsstätte zu haben; wir nennen als ganz besonders charakteristische Formen die Polysiphonia intricata, J. Ag. und Polysiphonia spinulosa, Grev. (zwei Verwandte der von uns in den Figuren 30—36 dargestellten Polys. subulata), welche oft ganze Dickichte bilden; auch Spiridia filamentosa, Harv. und Chondriopsis tenuissima, J. Ag. finden sich nicht selten in diesen Brackwasser-Gräben, ebenso recht häufig Lyngbya-Arten, die je nach dem Standort — ob sie im Wasser oder auf feuchtem Boden vegetiren — ihr Aussehen verändern. Diese Gräben trocknen jeweilen nur während der Ebbezeit am Rande etwas ein, sonst sind sie immer mit mehr oder weniger Wasser angefüllt.

„In stinkenden Abzugs-Gräben, die mit schwarzem nach Schwefelwasserstoff riechendem Schlamme angefüllt sind, entwickeln sich die spangrünen Oscillarieen (Schwingfäden) meist in Massen am Grunde, so: Oscillaria princeps (forma marina), Oscillaria subsalsa, Ag. und Beggiatoa. Bei Tage, wo die Oscillarieen kräftig vegetiren, ist der Grund der Gräben schwarzgrün, während an der Oberfläche des Wassers kleinere und größere Fetzen von Oscillarieen-Massen herumliegen. Sobald Dunkelheit eintritt, wird der ganze Grund des Grabens weißlich, von einer fädigen Pilzvegetation überzogen;

es ist dies die Beggiatoa" — ein mit Bewegung begabter fadenförmiger Spaltpilz, der durch seinen Habitus und seine schwingenden Bewegungen an die Oscillarieen (spangrüne, schwingende Algenfäden) erinnert. Er lebt gesellig im Wasser und bildet dort weiße schleimige Massen, die andere im Wasser liegende Gegenstände überziehen oder auch als Flocken umherschwimmen. Nach Ferdinand Cohn sind diese Beggiatoen die Ursache des Schwefelwasserstoff-Geruches schwefelhaltiger Quellen, indem diese Spaltpilze das Vermögen besitzen, die im Wasser gelösten schwefelsauren Salze zu zersetzen. Hauck hat beobachtet, daß die Beggiatoa der Adria sich hauptsächlich bei Nacht sehr stark entwickelt, daß sie in kurzer Zeit den ganzen spangrünen Oscillarieen-Ueberzug der Schlammmassen in Gräben vollständig überwuchert und zum Theil verdrängt. „Ich habe — schreibt mir der genannte Algolog — zu Hause in solchen Schlammmassen die fraglichen Oscillarieen und Beggiatoen kultivirt und diesen merkwürdigen Wechsel zwischen Tag- und Nachtvegetation beobachtet, nachdem mir im Freien das Phänomen aufgefallen war. Der fragliche fädige Spaltpilz (Beggiatoa) zerfällt in Myriaden von Bacterien, die sich sehr lebhaft im Wasser bewegen und mit unglaublicher Schnelligkeit wachsen." — — (Der Leser des „Pflanzenlebens" wird in einem folgenden Kapitel Gelegenheit haben, über das rasche Wachsthum mancher pflanzlicher Gebilde genauere Angaben zu finden. An dieser Stelle mag die Mittheilung einer Thatsache genügen, die ich jüngst — am 12. Mai 1880 — beobachtete. Die Sporen eines Schimmelpilzes gelangten am 11. Mai, Abends 6 Uhr, auf feuchtem Filterpapier unter einer Glasglocke zum Keimen. Innerhalb der folgenden 15 Stunden, bis 9 Uhr Vormittags am 12. Mai, wuchsen aus den keimenden Pilzsporen feine Fäden von 28—36 Centimeter Länge. Diese Fäden nahmen somit per Stunde durchschnittlich um 2 Centimeter an Länge zu, per Minute $^1/_3$ Millimeter, per Sekunde um $5^1/_2$ Micromillimeter. Ein Zeichner, der bei 500-facher Vergrößerung am Mikroskop das fortwachsende Ende eines so rasch wachsenden Pilzfadens verfolgen würde, müßte mit seinem Zeichnungsstift auf der Papierfläche des vergrößerten Bildes per Minute einen Weg von $16^1/_2$ Centimeter, also mehr als einen halben Fuß zurücklegen, nur um mit dem fortwachsenden Ende des Pilzfadens Schritt zu halten und das 500-fach vergrößerte Bild des während fünfzehn Stunden so enorm entwickelten Pilzes würde die Höhe von 140—180 Meter erreichen und somit weit über die Spitze des Stephansthurmes in Wien hinausragen. In der That übersteigt die Wachsthums-Energie der niedern Pilze alle Begriffe. Wir staunen über die Thatsache, daß im Verlauf einer Dämmerstunde die spangrüne Vegetation der Oscillarieen auf dem Schlamme stinkender Gräben anscheinend verschwinden und einer ganz neuen, farblosen Vegetation von Spaltpilzen, eben jener Beggiatoa Platz machen muß; aber die mikroskopische Untersuchung überhebt uns aller Zweifel an der Natürlichkeit des sonderbaren Phänomens.)

Die von Hauck beschriebene Oscillaria princeps, forma marina, ist so dünnhäutig, daß ein Zusatz von ganz wenig süßem Wasser genügt, um sie in ihre einzelnen, kugelig anschwellenden Glieder zerfallen zu machen.

Ganz anders als in den Salinengräben und Brackwasser-Canälen gestaltet sich die Vegetation der obern Litoralregion auf felsigem oder steinigem Gestade. Auch hier ist wieder ein Unterschied zu bemerken zwischen der Vegetation des leicht zerreiblichen Sandsteines und des festen Nummuliten- und Hippuriten-Kalksteines. In den ausgewaschenen Höhlungen des Gesteines setzt sich gar mancherlei Algen-Gesindel an. Die

häufigsten der an festem Gestein in dieser Region anzutreffenden Algen lieben die der Brandung ausgesetzten Standorte, so: Der adriatische Blasentang, Fucus virsoides (vergl. Taf. V) mit seinen Epiphyten, als: Ectocarpus confervoides (Le Jolis) und Ectocarpus irregularis (Ktzg.), sowie verschiedene Ulva enteromorpha-Formen und Cladophora-Arten. Im Winter und Frühjahr treffen wir Bangia fuscopurpurea Lyngb., Calothrix crustacea, Thuret und Rivularia nitida, Ag. (Nr. 4 in Taf. V), die neuerlich von Thuret unter dem Namen Rivularia mesenterica beschrieben wurde. Die Vegetation mit Ausnahme von Fucus verschwindet mit der heißen Jahreszeit in dieser Region; die meisten der hier dominirenden Tange der kältern Saison ertragen eben den Wechsel von salziger Fluthüberschwemmung und brennend heißer Sonnenwärme nicht, wenigstens nicht in vegetativ-luxuriöser Entwicklung.

„Im Winter und Frühjahr finden sich noch an mehr flachverlaufenden steinigen Ufern: Phyllitis caespitosa, Asperococcus compressus, Ectocarpus confervoides und Ulothrix flacca (Fig. 28). An Stellen, wo etwas süßes Wasser einmündet, treffen wir auch: Enteromorpha (Darm-Ulven) und Ulva Lactuca, die Salat-Ulve (Nr. 15 in Taf. V), letztere namentlich in unreinem Wasser — Scytosiphon lomentarium, J. Ag. (Nr. 8, Taf. V) sehr zahlreich." — Hauck sah im Hafen von Rovigno meterlange Exemplare dieses ansehnlichen Tanges, der meist auch verschiedenen Epiphyten Gastfreundschaft erweist. Wir nennen unter letzteren namentlich Ectocarpus, Chaetomorpha aerea (Nr. 19, Taf. V), Corynophlaea umbellata, Polysiphonia sanguinea, Polys. opaca und Dasya punicea.

An Quai-Steinen, oft ganz damit bedeckt, treffen wir: Gelidium crinale, J. Ag., Gelid. spathuliferum und Gymnogongrus Griffithsiae, Mart.

„Diese obere Litoralregion ist auch die eigentliche Heimath und Entwicklungsstätte für Hildenbrandtia Nardi, Zan. und Ralfsia spec. (verrucosa?), wovon die erstere blutrothe Flecken, die letztere braunschwarze Ansätze und Ueberzüge auf Steinen bildet, so namentlich an der Nordseite der Küsten, wo diese beiden Algen fast während des ganzen Jahres vorkommen. An solchen Stellen findet sich während des ganzen Jahres — doch zu gewissen Zeiten von andern Tangen überwuchert — auch die interessante Korallen-Alge Lithophyllum Lenormandi (Aresch.). Als Specialität kommt im Hafen von Monfalcone auch Pilayella littoralis, forma fluviatilis vor; sie bildet dort oft meterlange fluthende Büschel (eine Ectocarpee). In dieser Region kommen auch viele Calothrix-, Lyngbya- und Leptothrix-Arten vor.

Der Strandsand und Schlamm beherbergt wenige Arten, so einige Fadenalgen (Confervaceen) und die fast im Schlammsand sitzende Vaucheria Pilus, Mart., die im Herbst fructificirt und oft sehr weit ausgebreitete schmutziggrüne sammtartige Bänke bildet."

Die dritte oder untere Litoralregion

(vom Niveau der tiefsten Ebbe bis ca. 5 Meter Tiefe)

ist das Eldorado der meisten marinen Tange. Während in dem von Hauck abgefaßten Algenverzeichniß der Adria unter den 299 ansehnlichsten Algen-Arten etwa 90 Species als auch in der zweiten Region vorkommende Formen aufgezählt sind, treffen wir im gleichen Verzeichniß nicht weniger als 256 Arten, die zum größten Theil ausschließlich

in dieser dritten Region ihre Heimat haben. Hier gibt es im wahren Sinne des Wortes Tangwiesen und Tangwälder, letztere gebildet durch Bestände von Cystosiren und Sargassum (Nr. 13 und 21 in Taf. V), die hinwieder, wie wir bereits oben gesehen haben, eine reiche und oft charakteristische Vegetation von Epiphyten auf sich vereinigen. In der untern Litoral-Region der Adria finden wir als charakteristische Formen: 2 Sargassum-Arten, auch Fucus virsoides findet sich hier noch, 6 Arten von Cystosira, Halyseris polypodioides, Padina Pavonia, 2 Cutleria-Arten, 3 Dictyota- und 2 Stilophora-Species, sodann Striaria attenuata, Asperococcus bullosus und compressus, Punctaria latifolia und mehrere Meer-Saiten-Geschlechter, die zierliche Cladostephus verticillatus und 6 Sphacelaria-Arten, 7 Species von Ectocarpus, im Ganzen ca. 48 Arten von Braun-Tangen (Fucoideen). Unter den Florideen oder Rothtangen dieser Region nennen wir: Polysiphonia (Röhrentange) in 27 verschiedenen Arten, 7 Arten von Dasya, 2 Alsidium- und 3 Chondriopsis-Formen, 4 Arten von Laurencia, 3 Lomentaria- und 4 Gelidium-Arten, 2 Species der prächtigsten Delesserieen, 3 Nitophyllum-Arten und 3 Gracillaria-Formen. Hier ist auch das Reich der Korallen-Algen: 4 Melobesia-Arten, 1 Lithophyllum- und 2 Lithothamnion-Species, 2 Amphiroa-Arten, 2 Janina-Formen und 2 Corallina-Arten. Die glühend-rothen Rhodymeniaceen sind vertreten durch 2 Rhodophyllis, 1 Rhizophyllis, 1 Plocamium-, 1 Rhodymenia- und 2 Chrysymenia-Arten. Weiterhin treffen wir 4 Chylocladia-, 1 Spiridia-, 2 Dudresnaya-Arten, 5 verschiedene Gigartineen und 5 Cryptonemiaceen. Den blendendsten Glanzpunkt erhält die Flora dieser Region durch die 7 Ceramium-, 2 Griffithsia- und 7 Callithamnion-Arten, die wie rothe Lithion-Flammen aus dem düstern Grün und Braun und Schwarzroth der übrigen Tangwelt heraustreten. Auch gehört Porphyra leucosticta vorwiegend ebenfalls dieser Region an, obschon sie sich auch gelegentlich in die zweite Region hinaufswagt. Im Ganzen sind nicht weniger als 143 Florideen-Arten dieser Region aufgezählt worden. Aber auch die meisten Grün-Tange, die sogen. Schlauchalgen, die Ulven und die Faden-Algen machen sich in dieser Zone breit und zwar 15 Arten von Siphoneen, 11 Ulvaceen, 3 Aegagropila, 14 Cladophora-, 6 Chaetomorpha- und 3 Rhizoclonium-Arten, im Ganzen 55 Chlorophyll-Tange. An beschriebenen Protophyten (oder Urpflanzen) zählt diese Region nur etwa 10 Formen von Algen. (Der Leser findet unter den hier mit Namen genannten Tangen der dritten Region die meisten in Tafel V unseres Pflanzenlebens dargestellten Formen; die diesbezüglichen Namen sind hier durch gesperrte Lettern herausgehoben.)

Die vierte Region oder Tiefenzone

(unter 5 bis ungefähr 40 Meter Tiefe)

ist wieder eminent ärmer an Tangen, als die vorhergehende, untere Litoralzone. Unterhalb fünf Meter Tiefe nimmt nämlich der Algen-Reichthum ab und wir stoßen da meist nur auf eigenthümliche und viel weniger zahlreiche Formen. Das an Intensität und anderweitigem Charakter modificirte Tageslicht, allmälig in ein Dämmerdunkel übergehend, sowie der tiefere Temperaturgrad des Wassers bedingen den Ausschluß zahlreicher

Tangformen aus dieser Region. Ohne Zweifel kommt bei manchen Formen auch der Umstand in Betracht, daß die Bewegung des Meerwassers in einer Tiefe von 5 und mehr Meter unterhalb des Ebbespiegels eine viel weniger lebhafte, mehr der Ruhe sich nähernde ist, als in der Nähe der Oberfläche. Haben wir ja doch gesehen, daß die Florideen (Rothtange) durchweg männliche Geschlechtszellen, Spermatozoiden, besitzen, die getrennt von den weiblichen Organen vorkommen und als bewegungslose Körperchen in's Meerwasser entleert werden, wo sie entweder durch die Bewegungen des Meerwassers oder unter Umständen auch durch kleinere Thierchen, hinübergetragen werden müssen zur Trichogyne des weiblichen Geschlechtsapparates.

In dieser Tiefen-Region leben nur solche Algen, die ein gedämpftes Licht, ein dämmeriges Dunkel dem grellen Tageslicht vorziehen. Der in dieser Region natürlicherweise vorhandene stärkere Wasserdruck scheint keinen wesentlichen Einfluß auf diese Vegetation zu bedingen; denn Falkenberg hat bei Neapel Algen in einer dunkeln Grotte nahe an der Meeres-Oberfläche gefunden, welche sonst nur in großen Tiefen vorkommen.

Von den wenigen Tangen, die diese Region beherbergt, sind namentlich die stellenweise sehr ausgedehnten Melobesiaceen-Bänke (sogen. Nulliporen) zu nennen, obwohl diese Bänke an manchen Orten bis in die dritte Region hinaufsteigen und keineswegs ein Characteristicum der vierten Region darstellen, weil selbst in der zweiten Region stellenweise Lithophyllum cristatum, Menegh. breite kräftige Gesimse von korallenartigem Aussehen bildet. Auf diesen Kalkalgen vegetirt nun wieder eine ganze Menge anderer Tange. „Bemerkenswerth ist, daß in der Tiefe hin und wieder Algen vorkommen, welche nur aus nördlichen Meeren bekannt sind. Interessant ist es auch, daß einzelne Algen in der Tiefe perenniren, also jahrelang vegetiren, während sie in der Litoralregion nur einjährig sind, d. h. nur wenige Monate für ihren ganzen Entwicklungs-Cyclus in Anspruch nehmen." Die Frage, in welchem Zustand jene Algen, die anscheinend für ganze Monate verschwinden, um bei Eintritt einer andern Jahreszeit gesetzmäßig wieder zu erscheinen, ihre sogen. Ruheperiode durchmachen, ist noch eine offene. Alles spricht dafür, daß die meisten Meeresalgen einen regelmäßigen Generationswechsel durchmachen, wobei auf eine in die Augen springende Generationsform oder auf eine Reihe mehrerer schnell aufeinander folgender Generationen jeweilen zu einer gewissen Jahreszeit eine fast unsichtbare, nicht augenfällige andere Generationsform folgt, welche die sogen. todte Saison sozusagen in einem schlafenden Zustand durchmacht, um gelegentlich bei Eintritt der günstigeren Jahreszeit wieder zu einer kräftigeren Form heranzuwachsen oder durch besondere Fortpflanzungsarten einer neuen, augenfälligeren Generation das Dasein zu geben, wie wir dies im vierten Kapitel des „Pflanzenlebens" bei unserer Kraushaar-Alge (Ulothrix zonata) beobachtet haben. „So hat z. B. auch Falkenberg nachgewiesen, daß die als „Aglaozonia parvula" (Auct. adr.) bekannte Alge nichts anderes als eine auf besondere Weise Schwärmsporen erzeugende Generationsform von Cutleria multifida, Grev. ist."

Als dieser Tiefenregion angehörend oder wenigstens ebenfalls in ihr vorkommend zählt Hauck 15 Brauntang-Arten, 57 Roth-Tange, 10 Grün-Algen und 1 protophytischen Tang auf. Es ist nicht bekannt, ob in der Adria in Tiefen unterhalb 40 Meter noch lebende Algen vorkommen. Unmöglich ist dieses wohl nicht, da Schleiden berichtet, daß bei den canarischen Inseln eine Chauvinia vitifolia, Ktzg. in der Tiefe

von 200′ angetroffen wurde, und „Bory de St-Vincent sammelte bei Isle de France eine Turbinaria denudata (Bory) aus der Tiefe von 600 Fuß, was vielleicht die größte Tiefe ist, aus welcher man höhere Algen an's Licht gebracht hat.“ Diese letztere Angabe dürfte vielerorts auf Zweifel an der Beobachtungs-Richtigkeit stoßen, da in einer Tiefe von 600 Fuß der Meeresgrund wohl von ununterbrochener absoluter Finsterniß bedeckt sein dürfte, was die selbständige Assimalation einer lebenden Pflanze unmöglich macht. —

Gegenüber dem Formen-Reichthum und dem bunten Wechsel der Farben-Effekte unserer Meer-Tange erscheinen die wenigen Vertreter der Gefäßpflanzen, welche die Adria aufzuweisen hat, nur von höchst untergeordneter Bedeutung. Einzig das sogen. Seegras, Zostera marina, das auch im adriatischen Meere stellenweise reichlich vorhanden ist, verdient hier speciell angeführt zu werden. Auf den grasartigen grünen Blättern dieser niedrig organisirten Blüthenpflanze siedeln sich verschiedene Tange als Epiphyten an und selbst dem Laien gegenüber behaupten diese epiphytischen Algen des Seegrases eine größere Anziehungskraft, als die Wirthpflanze selbst. Unser Interesse concentrirt sich bei einem Aufenthalt am Meere in erster Linie und bleibend auf die Tang-Gärten der Nereïden. Das Meer ist nicht die richtige Entwicklungsstätte für die Blüthenpflanzen und es ist wohl kaum zweifelhaft, daß zwischen den marinen Vorfahren der Blüthenpflanzen einerseits, welche ganz entschieden Algen gewesen sind, und zwischen den blühenden Landpflanzen andererseits eine Zwischenstufe der Entwicklung durchgemacht werden mußte, welche den Charakter der sumpfliebenden Farne und verwandter Kryptogamen mit beblättertem Stengel besaßen.

Aus den niedrigsten Tangen, den nur ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Protophyten, gingen höhere Tangformen hervor, bei denen gelegentlich copulationsfähige Schwärmsporen gebildet wurden. Die Paarung solcher gleichartiger Zoosporen ist als niedrigste, als primitivste Stufe der geschlechtlichen Zeugung aufzufassen. Die Tange, welche auf dieser Stufe stehen geblieben sind, werden Zygosporeen oder jochsporenbildende Gewächse genannt. Die gegenwärtige marine Flora beherbergt eine ganz ansehnliche Zahl solcher Pflanzen, hauptsächlich aus der Gruppe der Faden-Algen (Confervaceen), wohin die marine Ulothrix flacca gehört und die Gruppe der Ulven, die wir gleich eingangs in ihren Copulations-Erscheinungen kennen gelernt haben. Aus den schwärmsporenbildenden Zygosporeen gingen wiederum höhere Gewächse hervor, bei denen die beiden sich paarenden Geschlechtszellen in Form, Größe und Verhalten wesentlich differiren, indem die eine Geschlechtszelle klein bleibt und ihre Schwärmbewegung beibehält, während die andere Geschlechtszelle wegen ihrer bedeutenden Größe in ruhendem Zustand die Copulation mit jener erstern, kleinern, schwärmenden Zelle abwartet und sich somit beim Sexualact passiv verhält. Wir haben hierbei also eine Differenzirung der beiden copulirenden Zellen in Spermatozoid und Eizelle, wie sie sich beispielsweise bei den Ledertangen oder Brauntangen (Fucus und Verwandten) zeigt. Die Copulation der beiden Sexualzellen wird in diesem Falle „Befruchtung“ genannt. Das Produkt der geschlechtlichen Vereinigung von Spermatozoid und Eizelle wird bei einer Gruppe von Kryptogamen schlechtweg Eispore genannt und die Pflanzengruppe selbst erhielt den Namen der Oosporeen.

Aus gewissen Oosporeen gingen vor Zeiten noch höher entwickelte Tange hervor, bei denen in Folge der Vereinigung beider Geschlechtszellen nicht bloß einzelne Eisporen, sondern ein complicirter sporenbildender Apparat entsteht. Es sind dies die sporenfrüchtigen Kryptogamen oder Carposporeen, zu denen unter Anderem die Rothtange oder Florideen gehören. In dieser Klasse gipfelt die geschlechtliche Differenzirung der Thallophyten und ein kleiner Schritt führt hinüber zu den Laubpflanzen, Moosen, Farnen, Schachtelhalmen und Bärlapp-Gewächsen. Alle diese höheren Kryptogamen sind mit wenig Ausnahmen Pflanzen, welche eine feuchte Atmosphäre lieben. Sie bilden die Vermittlungsstufe zwischen den wasserbewohnenden Tangen einer- und den ausschließlich luftbewohnenden Blüthenpflanzen andererseits. Zwar sind wir heute noch nicht im Stande, mit Sicherheit sagen zu können, welche höheren Kryptogamen zuerst aus wasserbewohnenden Tangen hervorgegangen sind, ebensowenig als wir im Falle sind, nachzuweisen, aus welcher Tang-Gruppe diese oder jene höhere Kryptogamenform ihren Ursprung genommen hat, aber Eines ist gewiß: Die höheren Formen haben sich aus niedrigeren entwickelt. Davon erzählt die Erdrinde in unzweideutiger Weise durch ihre Versteinerungen. Und gerade mit Rücksicht auf die marinen Algen hat die Palaeontologie unumstößlich bewiesen, daß die ersten Pflanzen, welche in grauen Vorzeiten unsern Planet belebt haben und in den ältesten Erdschichten zur Versteinerung kamen, nichts Anderes als Meertange waren. Die Steine haben es uns gesagt: „Das Meer ist die Mutter des Lebens".

Der Räthsel, die das Meer uns heute noch deckt, sind zahllose. Die Dürftigkeit dessen, was wir bis jetzt erfahren konnten, soll uns aber keineswegs entmuthigen, sondern im Gegentheil neu anspornen, mit froher Zuversicht tiefer in die Geheimnisse einzudringen, welche im Schooße des Meeres noch verborgen liegen.

VI.

Die Liebe der Blumen.

(Physiologie der Blüthe.)

Ein Blumenglöckchen
Vom Boden hervor
War früh gesprosset
In lieblichem Flor;
Da kam ein Bienchen
Und naschte fein: —
Die müssen wohl Beide
Für einander sein.
Göthe.

Unter allen Errungenschaften der neueren Forschung ist wohl keine besser dazu angethan, um in die weitesten Kreise der Wißbegierigen und Erkenntnißdurstigen zu bringen, als das „neuentdeckte Geheimniß der Natur" im Liebeleben der Pflanzenwelt. Denn hier gelangte die strenge Wissenschaft, die ja so häufig auch die „trockene" genannt wird, zu exakten Resultaten, die sich ungezwungen mit einem poetischen Gewand umhüllen, ja, nicht anders als in poetischem Gewande erscheinen können und daher unwiderstehlich jeden ästhetisch angelegten Naturfreund entzücken müssen.

Was die dichterische Eingebung dem unsterblichen Göthe in die Hand diktirt hat, als er so leichthin obige Strophen hinwarf, das haben wir nur als die Ahnung einer gesegneten Dichterstunde zu betrachten, was sie auch bis vor wenigen Jahren geblieben ist; aber diese Ahnung — „die müssen wohl Beide für einander sein" ist in unsern Tagen durch Tausende von exakten Beobachtungen zu einer physiologischen Wahrheit gestempelt worden. Was Göthe erst ahnen konnte, das hat die Wissenschaft — unabhängig von ihm — buchstäblich bewiesen:

Die Blumen lieben das Bienchen und das Bienchen liebt die Blumen. Die Blume erstirbt auf unseren Fluren, wenn ihre Liebe unerwidert bleibt — fürwahr eine treue Liebe! Das Bienchen läßt sich von der geliebten Blume allerlei Schabernak gefallen, es wird von ihr gar oft sehr boshaft und heimtückisch behandelt, ohne von ihr zu lassen; das Bienchen ist ein wahres Muster von Freier, ein Romeo, der seiner Julie würdig.

Der fragende Menschengeist stand bis vor Kurzem unbefriedigt vor dem Räthsel der Blumenwelt und kein Sterblicher wußte vernünftigen Bescheid auf die dreifache Frage:

Warum prangen die Blumen in schönen Farben?
Warum sondern die Blumen Honigsaft (Nectar) ab?
Warum duften die Blumen in lieblichen Gerüchen?

Heute weiß die Wissenschaft auf alle diese Fragen exakte Antworten zu geben; denn das Räthsel jener Blumengeheimnisse ist gelöst und verständlich für Jeden, den der Zauber des blüthen- und gerüchespendenden Frühlings noch erwärmt. Die Farbenpracht unserer Blumenwelt, Honigseim und Blüthenduft sind keine Geheimnisse mehr, sondern lebendige Natur-Offenbarungen, in jeder einzelnen Erscheinung überzeugend und bestätigend, als Gesammt-Phänomen erhebend und überwältigend; denn die Lösung dieses Räthsels ist das allmächtige Princip der Liebe, dasselbe Princip, dem in letzter Instanz alle höheren Lebewesen ihr Dasein verdanken.

Der freundliche Leser mag über diese Einleitung zweifelnd die Achsel zucken; er wird den Ausdruck „Liebe der Blumen" als unzutreffend zum Vornherein verwerfen; er wird geneigt sein, zu bestreiten, daß man bei Pflanzen, bei „seelenlosen", bewegungslosen, starren Naturkörpern von „Liebe" reden dürfe, da die Letztere doch nur auf bewußte, empfindende, bewegliche, zweck- und zielverfolgende Lebewesen anzuwenden sei. Und manch Einer wird entschieden verneinen, daß die „Liebe der Blumen" auf demselben Princip beruhe, dem alle andern höhern Lebewesen ihr Dasein zu verdanken haben.

Weit entfernt, die Erhabenheit und den göttlichen Lichtzauber der „Liebe", wie sie bei cultivirten Völkern sich zur Geltung bringt, in den Staub ziehen zu wollen, werden wir dennoch den Beweis nicht schuldig bleiben, daß hier wie dort, in der Pflanzen- wie in der Thierwelt, dasselbe Princip, derselbe physiologische Vorgang als Basis für alles Fortbestehen, für Leben und Liebe erscheint.

Hier wie in anderen Fragen führt die vergleichende Prüfung der Verhältnisse zu den belehrendsten Aufschlüssen. Steigen wir schrittweise von der höchsten Stufe der Differenzirung abwärts, vom höchsten Thier oder gar vom Menschen als der Krone der Schöpfung an bis zur kriechenden Amöbe hinunter, die wir kaum mehr als Thier erkennen; überschreiten wir dort unten das Zwischenreich der Urthiere und Urpflanzen, Protozoen und Protophyten, wo sich Thier- und Pflanzenwelt sichtbarlich die bluts-verwandten Brüderhände reichen und steigen wir von den niedrigsten Pflanzen an aufwärts durch das gestaltenreiche Chaos der blüthenlosen Gewächse (oder Kryptogamen) zu den nacktsamigen Pflanzen unserer Fichten- und Tannenwälder und endlich zu den höchstentwickelten Bedecktsamigen, die in Farbenpracht, Honigabsonderung und Wohlgeruch ihrer Blumen einen Wettkampf lieblichster Art ausfechten: so werden wir immer und immer denselben Vorgang als Anfangs- und Endpunkt, als Ausgangs- und Zielpunkt, als Kern-Wesen alles Dessen erkennen, was die Sprache des Dichters in's glühende Gewand einer überirdischen Erscheinung kleidet, während der Physiologe darin nur die unvermeidliche Regeneration sieht.

Bei civilisirten Menschen wirbt der Jüngling mit allem möglichen dichterischen Aufwand um seine Auserwählte. Was des Menschen Geist an höchsten Blüthen geschaffen, das entquoll der Liebe. Dichtkunst, Malerei und Plastik haben sich gegenseitig überboten, um den Kern der ganzen Erscheinungskette in ein zauberhaftes Gewand zu hüllen, und das nennen wir billig Wohlanstand und Sitte. Die Regeneration des Menschengeschlechtes ist aber keineswegs in allen Ländern so sittig verkleidet. Bei wilden Volksstämmen reducirt sich das ganze Ceremoniell auf einen gewaltsamen Raub des

geliebten Wesens, oder auf einen Zweikampf zwischen zwei Werbenden oder gar auf einen Schacherhandel, wo um den Preis gefeilscht wird, als gälte es den Kauf und Verkauf eines todten Gegenstandes und ist es doch nichts Kleineres, als die Braut, welcher anderswo bei solchem Anlaß die ganze Welt und das eigene Ich zu Füßen gelegt wird. Und dennoch wird keinem Menschen einfallen, zu behaupten, daß der Ashanti oder der Indianer oder Fitschi-Insulaner aus dem Kreise jener Glücklichen auszuschließen sei, denen wir „Liebe" zuerkennen.

Einen Schritt rückwärts: Auch bei höhern Thieren, Säugethieren und Vögeln, kleidet sich die Werbung um das Weibchen oft in ein wunderbar herrliches Dichterkleid. Im Frühjahr erschallt die Luft vom Gesang der wettbewerbenden Singvögel und viele derselben erhalten alljährlich ein besonderes Hochzeitskleid. Letzteres gilt sogar von manchen Fischen. Ja, selbst unter den Insekten treffen wir sinnreiche Verkleidungen des Regenerations-Vorganges. Niemand wird bestreiten, nachdem uns Darwin, Brehm und Büchner über das „Liebesleben" der Thiere so zuverlässig Bericht erstattet haben, daß nicht den Thieren bis zu einem gewissen Grade dieselbe Liebe zugeschrieben werden muß, die unsere Menschenbrust durchweht. Darüber sind ganze Bibliotheken geschrieben worden; es wäre unnütz, wollten wir uns dabei länger aufhalten.

Aber wo finden wir die Grenze? Wo erstirbt — indem wir im Thierreich abwärts steigen — der göttliche Funke, welcher in den obern Regionen der Thierwelt in lodernde Flammen aufschlägt? Schritt für Schritt entkleidet sich der physiologische Vorgang mehr und mehr seiner traumhaften Gewandung, bis er, an der untern Grenze des thierischen Liebeslebens sich unverhüllt zu erkennen gibt als die Vereinigung zweier verschiedener Fortpflanzungszellen, von denen wir die eine die weibliche, die andere die männliche nennen. Da reduzirt sich all das Liebesleben auf die Verschmelzung zweier Klümpchen verschiedenartigen Plasmas, wodurch die Anregung zur Weiterentwicklung, zur Umbildung zu einem neuen Individuum resultirt.

Und steigen wir noch einen Schritt tiefer, so betreten wir die Vorkammer des Zwischenreiches zwischen Pflanzen- und Thierwelt, von wo aus einerseits die Entwicklung des Thierreiches, andererseits die Differenzirung der Pflanzenwelt ihren Ausgang genommen haben. Die niedrigsten Geschlechtspflanzen zeigen in ihren noch unverkleideten Fortpflanzungs-Erscheinungen ganz dieselben Vorgänge, wie die niedrigsten Thiere, die sich noch geschlechtlich fortzupflanzen vermögen. Wir haben in einem vorhergehenden Kapitel des „Pflanzenlebens" die ganze Lebens- und Liebesgeschichte einer Süßwasser-Alge (Ulothrix zonata) besprochen und können uns hier an jenes Kapitel anlehnen. Bei höher organisirten Gewächsen vollziehen sich die Vorgänge der Vereinigung beiderlei Fortpflanzungszellen nicht so ohne Weiteres ganz offen, wie dies bei so manchen Wasseralgen der Fall ist. Der Regenerations-Proceß beginnt sich bereits bei den höhern blüthenlosen Pflanzen, den Gefäßkryptogamen, mehr und mehr mit Beithaten zu umhüllen. Aber erst bei den eigentlichen Blüthenpflanzen wird jener Vorgang so anständig verhüllt, daß er nur einer mühsamen Forschung zugänglich wird. Und bei den höchsten Blüthenpflanzen erscheint jener Vorgang mit so viel zierlichem, scheinbar zweckbewußtem Beiwerk ausgestattet, daß wir beim Enträthseln der Blumen-Geheimnisse unwillkürlich an menschliches Fühlen, Wollen, Erlisten und Handeln erinnert werden und daß ein Vergleich mit den analogen physiologischen Vorgängen bei Thieren (und Menschen) sich unwiderstehlich aufdrängt.

„Aber von „„Liebe““ kann doch bei den Pflanzen keine Rede sein“ — entgegnet mir der umsichtige Psychologe, welcher dem Menschengeschlechte seine Prärogativen wahren will; „denn „„Liebe““ setzt selbstständiges Denken, Fühlen, Empfinden, Wollen, Handeln und Phantasiren, mit E i n e m Wort: „„Liebe““ setzt Selbstbewußtsein, setzt eine „„Seele““ voraus.“ — Wir haben schon oben gesagt, daß der Physiologe als Mann der exakten Wissenschaft, weniger den Ausdruck „Liebesleben“ gebrauchen wird, als die Bezeichnung „Sexualleben“, „Regeneration“ oder „Fortpflanzung“, wenn er die ganze Kette jener Erscheinungen in ihre einzelnen Glieder zerlegt und jedes Glied der Kette einer gründlichen Prüfung unterwirft. Und die Philosophen der Neuzeit, die den mystischen Untergrund der alten philosophischen Systeme verlassen und sich der empirischen Grundlage, den Erfahrungswissenschaften, zugewandt haben, gestehen zu, daß aller und jeder „Liebe“ im Sinne der dichtenden Menschenjugend immer und immer ein bald unbewußter, bald bewußter Regenerations-Drang, der allmächtige Selbsterhaltungstrieb der Art oder Species zu Grunde liegt. Hier wie dort, im Reich der „beseelten“ Wesen, wie in der Pflanzenwelt, ist der physiologische Kern des ganzen Zaubers ein und derselbe Vorgang: die Vereinigung zweier ungleichartiger Plasmamassen, die gegenseitige Verschmelzung und Durchdringung mikroskopisch kleiner Zellsubstanzen zu einem einzigen Ganzen, das als mikroskopisch kleiner Anfang zum Ausgangspunkt eines neuen Wesens gleicher Art wird. Alles übrige Beiwerk ist nebensächlicher, freilich oft Ausschlag gebender Natur. Der Physiologe sieht die blühende Lilie mit Farbenpracht und Duft und Honig ausgestattet und alle diese drei so sehr auf die Sinne wirkenden Momente erscheinen ihm nur als poetische Verkleidungen eines unscheinbaren Vorganges, der — dem unbewaffneten Auge unsichtbar — sich auf der Narbe des Griffels und im Fruchtknoten der Blüthe abspielt. Derselbe Physiologe beurtheilt das Zirpen der Grille, den Sang der Nachtigall, das Tanzen der Mücke, den Farben-Luxus der Prachtvögel als analoges Beiwerk und Verkleidungs-Material desselben einfachen und unscheinbaren physiologischen Vorganges, der im Grunde bei den Thieren ganz derselbe ist, wie bei den höhern Pflanzen. Was liegt denn näher, als die Analogie noch ein Schrittchen weiter zu führen. Der Zauber der Schönheit und Anmuth, die Lust zum Singen und Dichten, die edle Begeisterung für alles Schöne und Erhabene, die beispiellose Aufopferungsfähigkeit und Selbstverleugnung, der Thatendrang und die Schöpferkraft idealster Denkweise, welche der reifen Jugend unseres eigenen Geschlechtes zukömmt: was sind sie anders als zierendes oder verkleidendes Beiwerk, das sich um den einfachen physiologischen Vorgang der Regeneration unserer Species gruppirt? Die geschmückte Braut ist die blühende Lilie. —

Darnach ist der Streit um den Ausdruck „L i e b e d e r B l u m e n“ ein durchaus müssiger; wem er nicht zutreffend erscheint, der möge sich in guten Treuen des andern bedienen, den wir an die Spitze dieses Kapitels gestellt haben: „P h y s i o l o g i e d e r B l ü t h e“. Aber bei diesem Anlaß wollen wir uns feierlich gegen den Vorwurf verwahren, als seien wir mit unserer neuern Blumen-Philosophie auf den schlüpferigen Abhang unwissenschaftlicher oder gar unschicklicher oder unsittlicher Liebhabereien gerathen. Wir haben uns vor Zeiten an den Classikern aller Culturvölker und Zeitalter erbaut, haben das Herrlichste gesehen, was ein Raphael, ein Correggio, Murillo, Tizian, Van Dyck, Rubens, Rembrandt, Cornelius, Genelli, Kaulbach und auch Makardt auf die Leinwand gezaubert, und was von den griechischen Meistern des

Marmors bis zu Canova hinauf die Skulptur an Hirnerfreuendem geschaffen: und überall haben wir mehr des „Anstößigen" finden müssen, als es die moderne Blumentheorie nach dem Vorwurf einiger pedantischer Philologen zu bieten vermöchte. Und sind gewisse griechische und römische Classiker, die in unseren Gymnasien oft unzeitgemäß esoterisch und exegetisch aller Zweideutigkeiten entblößt werden, nicht hirnverwirrender, als die lebendige Natur unserer Blumenwelt? Hier im Gebiet der farbenreichen stillen Pflanzenwelt mag sich Jeder ohne Zagen nach all den Offenbarungen erkundigen, die uns die botanischen Wissenschaften so harmonisch zu erklären vermögen: alle die entschleierten Geheimnisse des Gewächsreiches bedürfen keines Vorhanges, um sie etwa „Unberufenen" züchtig zu verhüllen. Uns erscheint dies Reich so rein und heilig, daß es uns schmerzt, wenn Andere in erkünstelter Prüderie die Besprechung pflanzenphysiologischer Vorgänge verbieten möchten aus Furcht, es könnte einem Jüngling oder einer Jungfrau einfallen, in jedem blumenbesuchenden Schmetterling einen Don Juan zu sehen. Oder sind wir wirklich noch so schwächlicher Art, daß wir nicht wagen dürfen, von männlichen und weiblichen Blüthen, von Blumenstaub und Samenknospen, von Bestäubung und Befruchtung bei den Blumen zu reden, ohne dabei Gefahr zu laufen, unsere Jugend zu verderben und züchtige Frauen erröthen zu machen, weil alle diese Vorgänge der Pflanzenwelt ihre Analoga haben im Thier- und Menschenleben? — Dem Reinen ist Alles rein und vor der wissenschaftlichen Wahrheit wird kein Reiner erröthen. Für die Unreinen haben wir nicht geforscht und werden wir auch nicht schreiben.

Wenn ich nun an die Aufgabe herantrete, den freundlichen Leser und die sinnige Leserin in die wunderbaren und wunderlichen Geheimnisse des Blumen-Lebens einzuführen, so habe ich nicht die Absicht — auch wenn das Vermögen vorhanden wäre — das Thema in erschöpfender Weise zu behandeln. Auch in diesem Gebiet des botanischen Wissens ist unsere Erkenntniß Stückwerk; denn die „Physiologie der Blüthe" ist eine noch gar junge Wissenschaft, wenn gleich die Anfänge derselben noch in's vorige Jahrhundert zurückweisen. Wir werden gelegentlich in einem folgenden Abschnitt Einiges aus der Geschichte der Blumen-Physiologie mittheilen; an dieser Stelle begnügen wir uns, einleitend zu bemerken, daß wiederum der geniale Darwin es war, welcher den neuen Anstoß zur Entwicklung dieser herrlichen Wissenschaft gegeben hat, so zwar, daß seit dem Erscheinen der Darwin'schen Werke ein Aufschwung der „Blumen-Philosophie" zu verzeichnen ist, wie ihn vor zwei Jahrzehnten kein Sterblicher (außer Darwin vielleicht) hätte ahnen dürfen. Da sind vor Allem nach Darwin einige deutsche und italienische Gelehrte zu erwähnen, deren Arbeiten in dieser Richtung ihnen einen unsterblichen Namen gemacht haben: ich nenne hier in erster Linie Hermann Müller in Lippstadt und Frederico Delpino an der Universität Genua. Diesen und andern Forschern haben wir es zu danken, daß die wunderbaren Wechselbeziehungen zwischen Insekten und Blumenwelt zu ständigen Tagesfragen in wissenschaftlichen und gebildeten Laien-Kreisen geworden sind.

An Tausenden von Beispielen ist gezeigt worden:

1. Daß die meisten mit Farben prangenden, honigabsondernden und wohlriechenden Blumen regelmäßig von Insekten besucht werden.
2. Daß eine sehr große Zahl dieser Blumen nicht befruchtet wird, also keine Samen bildet, wenn man die Insekten während der Blüthezeit von ihnen absperrt, und zwar gilt dies nicht allein von den getrennt-geschlechtigen (den

sogen. diclinischen) Blüthen, sondern auch von den zwitterigen Blumen, in welchen beiderlei Geschlechtsorgane vorhanden und funktionsfähig sind.

3. Daß bei den relativ wenigen Pflanzen mit solchen Zwitterblüthen, die sich in der Regel selbst befruchten, bei denen also die Narbe am Fruchtknoten in der Regel mit dem Blüthenstaub der eigenen Blüthe belegt wird, auch kräftigere Samen gebildet werden, wenn der befruchtende Blüthenstaub aus einer andern Blüthe derselben Art oder Varietät herstammt, als wenn er von den Staubblättern der eigenen Blüthe herrührt.
4. Daß somit bei den meisten Zwitterblüthen die Fremdbestäubung (Befruchtung durch andern als den eigenen Blüthenstaub) günstiger, wohlthätiger wirkt, als die Selbstbestäubung. (Bei manchen Blumen wirkt der eigene Blüthenstaub oder Pollen gar nicht befruchtend, in andern Fällen wirkt er — auf die benachbarte Narbe derselben Blüthe übergetragen — als Gift.)
5. Daß daher in einer großen Zahl von Blüthen der höhern Gewächse Lockmittel für Insekten und besondere Einrichtungen angebracht sind, wodurch die honigsaugenden Kerbthiere veranlaßt werden, die Uebertragung des Pollens aus der einen Blüthe zur andern zu vermitteln.

Greifen wir einige der frappantesten Beispiele heraus!

1. Salbei — Salvia.

Von den mannigfaltigen, in den verschiedenen Blumen vorhandenen Einrichtungen, die speciell der Fremd-Bestäubung dienen, ist keine frappanter und keine leichter zu demonstriren, als die Einrichtung des Geschlechts-Apparates bei der Muskateller-Salbei (Salvia Sclarea) und bei der gemeinen Wiesen-Salbei (Salvia pratensis), die als nächstliegende, jedem Kinde verständlich zu machende Beispiele in erster Linie hier besprochen werden sollen. Die Wiesen-Salbei ist in Mitteleuropa so gemein, daß sie jedes Kind mit Namen zu nennen weiß, kommt sie doch stellenweise in Wiesen und an trockenen Rainen so massenhaft vor, daß sie zur Zeit ihrer Blüthe weite Strecken blau färbt. Auch der Bauer kennt sie als lästiges, ungern gesehenes Wiesen-Unkraut, dessen vierkantiger Stengel mit den großen runzeligen gegenständigen Blättern bis zur Zeit der Heuernte zu einem ungenießbaren verholzten Gebilde vertrocknet, indeß die Blüthen schon längst verschwunden sind und den zahlreichen Samen Platz gemacht haben. Die großen blauen Lippenblüthen (Fig. 40 VI) der Wiesen-Salbei sind nicht wohlriechend, aber sehr honigreich und erregen durch ihre äußere Erscheinung ohnehin sofort Aufsehen. Ein honigsuchendes Insekt, das einmal an eine dieser Blüthen gerathen ist und dort rechtzeitig eingekehrt hat, wird leicht den Honigwirth wieder erkennen, wenn er ihm an anderer Stelle nochmals begegnet. Die Bestäubungs-Einrichtungen sind bei der Wiesen-Salbei ganz ähnliche, wie bei der in Fig. 40 unter I dargestellten Muskateller-Salbei und sie scheinen so raffinirt angelegt zu sein, daß man hinter dem Verfertiger dieses wunderlichen Apparates einen genialen Mechaniker, einen erfinderischen Kopf par excellence suchen möchte.

Der Honig wird bei beiden genannten Salbei-Arten tief im Grund der Blüthe ausgeschieden. Von dort aus erhebt sich der lange Griffel, der bis über das obere

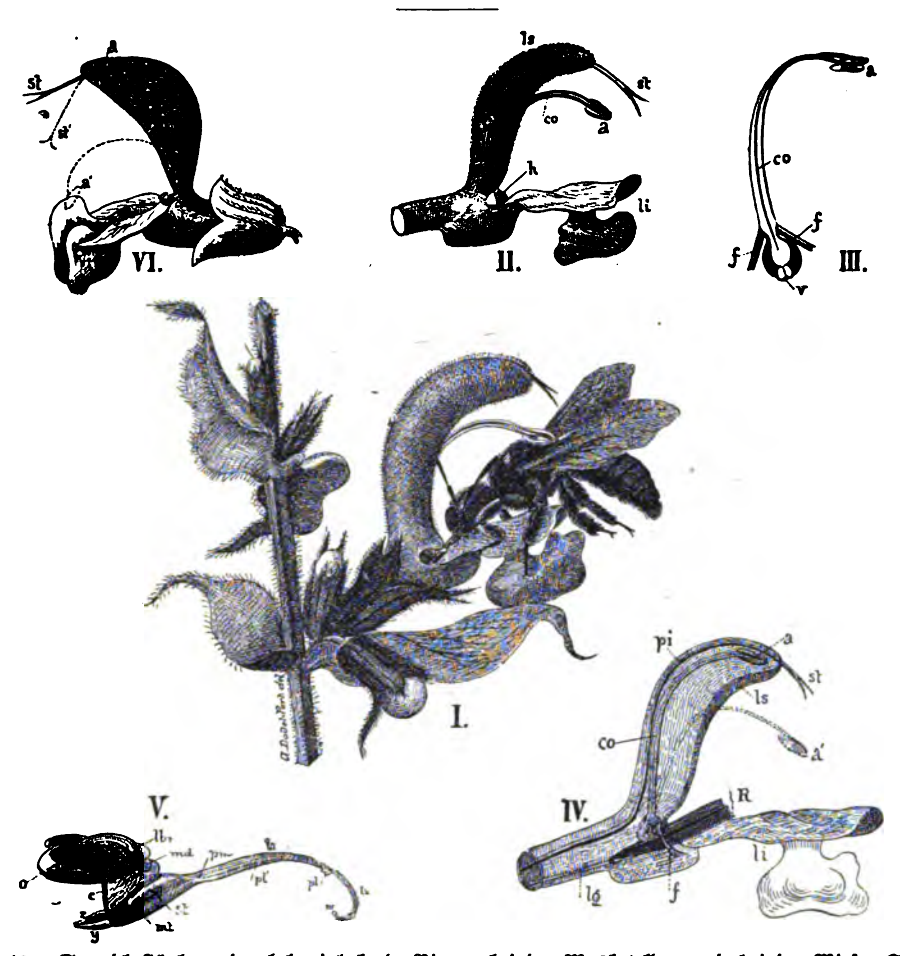


Fig. 40. Fremdbestäubung durch honigleckende Bienen bei der Muskateller- und bei der Wiesen-Salbei (Salvia Sclarea und Salvia pratensis).

I. Offene Blüthe der Muskateller-Salbei mit einer honigsaugenden Holz-Biene (Xylocopa violacea), deren Rücken während des Saugens von den abwärts gebogenen Staubfäden berührt und mit Pollen belegt wird. (Nach der Natur.)

II. Einzelne Blüthe derselben Salbei nach Entfernung des Kelches und Weglassung des Fruchtknotens, von der Seite gesehen. li — Unterlippe der Blüthe. ls — Oberlippe. st — die gabelige Narbe am obern Ende des Griffels. co — die langen, fadenförmigen Connective der Staubblätter, durch einen mechanischen Eingriff aus der Oberlippe herausgedrängt. a — Staubbeutel am obern Ende der Connective. (Nach der Natur.)

III. Der Hebelapparat der beiden Staubblätter, schief von Vorn gesehen. f, f — die Filamente (eigentliche Staubfäden), co — die Connective und a — die Antheren (Staubsäcke) der zwei Staubblätter. v — die beiden mit einander verwachsenen unfruchtbaren Staubbeutel am untern Ende der Connective.

IV. Einzelne Blüthe der Muskateller-Salbei (ohne Kelch und ohne Fruchtknoten) von der Seite gesehen, um die Bewegung des Staubfaden-Apparates beim Eindringen des Honigrüssels R zu zeigen. li — Unterlippe, ls — Oberlippe der Blüthe, R Bienenrüssel mit der Honigzunge lg, zwischen den beiden Filamenten f und unter dem Hebelapparat durchgeschoben, wobei die langen Connective co aus der Oberlippe herausgedrängt und die Antheren a in die Lage von a' versetzt werden. pi — Griffel mit der Narbe st. (Nach der Natur.)

V. Kopf der Gartenhummel (Bombus hortorum ♀), vergrößert, in mittlerer Saugstellung. li — Zunge; pl — Lippentaster; pl' — die untersten, zu einem Theil der Zungenscheide umgewandelten Glieder der Lippentaster; la — Unterkieferlade; lbr — Oberlippe (labrum); md — Oberkiefer (mandibula); mt — Kinn (mentum); st — Stamm des Unterkiefers (stipes); o — Auge.

VI. Blüthe der Wiesen-Salbei von links gesehen. st — Stellung der Narbengabel im ersten Stadium, wo sie noch nicht empfängnißfähig ist. st' — Stellung derselben im zweiten Stadium (empfängnißfähig). a und a' — Stellung der reifen Antherenhälften vor und während des Insektenbesuches. (Nach H. Müller.)

Ende der Oberlippe, unter dem Rücken dieser letztern verlaufend, emporragt und sich dann in die gabeligen Narbenäste (st in I, II, IV und VI) verzweigt. Die Narbe st wird erst empfängnißfähig, wenn die Staubsäcke derselben Blüthe bereits entleert sind; ihre Gabeläste öffnen sich erst nach dem Verstäuben, wobei sie sich aus einander biegen und abwärts krümmen. Bekanntlich besitzen die Salviablüthen bloß zwei entwickelte Staubblätter. Bei der Muskateller- wie bei der Wiesen-Salbei sind die zwei Antherenhälften jedes Staubblattes sehr weit aus einander gerückt, indem das Connectiv, das sogen. Band, welches bei den Staubblättern der meisten höhern Pflanzen zwischen den zwei Antherenhälften sehr kurz bleibt, hier ungemein stark verlängert ist. Während die eine Antherenhälfte a (in Fig. II, III, IV und VI) am obern Ende des staubfadenartigen Connectives, Blüthenstaub bildet, bleibt die andere Antherenhälfte (v in Fig. 40 III), am untern Ende des Connectives beim Eingang in die enge Kronröhre, steril und verwächst mit dem gleichartigen Theil des benachbarten zweiten Staubblattes zu einem eigenthümlichen Hebel - Apparat, der den Eingang zum Honigbehälter versperrt, aber um die zwei eigentlichen, sehr kurzen Filamente, drehbar ist, wie in Fig. 40 III und IV halbschematisch dargestellt wurde.

Die Oberlippe der blaßvioletten Blüthe der Muskateller-Salbei birgt in ruhendem Zustande die zwei gebogenen langen, fadenförmigen Connective (co in II, III und IV) und die pollenbildenden Antherenhälften, so daß von dem männlichen Geschlechtsapparat an der unberührten Blüthe von Außen Nichts wahrgenommen wird. Die Unterlippe li der Blüthe dagegen dient den honigsuchenden Bienen und Hummeln als Aufflieg-Stelle und Ruhepunkt während des Honigsaugens. Die in I dargestellte Holz-Biene, mit den zwei Paar vorderen Füßen auf der Unterlippe ruhend, mit den zwei Hinterfüßen lebhaft in der Luft gestikulirend, hat den versperrten Eingang zum Honigbehälter forcirt: der Hebelapparat bewegte sich hiebei derart, daß die beiden Antherenhälften am obern Ende der gebogenen Connective auf den hintern Theil des Brustkörpers der Biene herabgedrückt werden. Durch diesen Vorgang werden an den Haaren des Bienenrückens Pollenkörner abgestreift. Fliegt die Biene hinweg, so bewegen sich die Antheren wieder aufwärts und begeben sich unter den Schutz der helmförmigen Oberlippe ls in II und IV, Fig. 40. In der Regel streift die Biene mit ihren pollentragenden Haaren während ihres Rückzuges die Narbe nicht und sollte dies auch geschehen, so würde der dort abgestreifte Blüthenstaub dennoch keine Selbstbefruchtung vermitteln, da die Narbe erst später empfängnißfähig wird, nachdem die Antheren schon entleert sind. Dagegen wird die mit Pollen behaftete Holzbiene beim Auffliegen auf andere, ältere Blüthen, wo die reifen Narbengabeln (st in II, IV und VI) abwärts gebogen sind, wirksame Bestäubung vollziehen. Bei Salvia Sclarea, wie bei Salvia pratensis wird also in der Regel Fremdbestäubung durch große honigsuchende Insekten (Hummeln, Bienen) vermittelt, denen diese beide Pflanzen-Arten im Bau der Blüthe angepaßt sind.

Die Bewegung des Hebelapparates am Eingang der Salbei - Blüthe kann in derselben Weise, wie beim Honigsaugen der Biene bewerkstelliget werden, wenn wir mit einer Stricknadel oder mit der langen Spitze eines Bleistiftes in gleicher Weise in die Kronröhre der Wiesen-Salbei einzubringen versuchen, wie es die Biene mit ihren honigsaugenden Mundtheilen thut. Wenn wir den Stift in der Richtung von B bis lg, Fig. 40 IV in die Blüthe hineinschieben, so bewegen wir die um die Staubfäden f

drehbaren Connectiv-Theile der Staubblätter derart, daß die obern Theile der letztern aus der helmförmigen Oberlippe der Blüthe heraustreten und die vorher verborgenen Antheren a in die Lage a' versetzt werden, wobei die geöffneten Staubbeutel in diesem Fall anstatt den haarigen Bienen-Rücken nun den Rücken der Bleistiftspitze oder der Stricknadel streifen und dort den blaßgelben Blüthenstaub abladen. Wir haben diese zweite Stellung a' auch in der Fig. VI unserer Abbildung dargestellt. Dort sehen wir auch die Stellung der Narbengabel st zur Zeit, da letztere noch nicht empfängnißfähig ist, während doch die Staubbeutel ihren Pollen abgeben, sowie die Stellung desselben Organes im spätern Stadium st', da die Narbe empfängnißfähig ist, während der Blüthenstaub schon längst entleert wurde. Aus dieser Stellung st', Fig. 40, VI, ist ersichtlich, daß honigsuchende Bienen und Hummeln, welche der Reihe nach ältere und jüngere Blüthen besuchen, beim Auffliegen auf eine ältere Blüthe mit der über die Unterlippe gesenkten empfängnißfähigen Narbe entschieden in Berührung kommen müssen. Das Insekt läßt sich durch dergleichen Berührungen, wie sie durch die beweglichen Staubbeutel der Salbei beim Honigsaugen eintreten, keineswegs abschrecken. Bienen und Hummeln sind während des Honigsammelns so emsig und so ganz bei ihrem süßen Geschäft, daß ihnen ein kleiner Schabernack dieser oder jener Art, den ihnen die besuchte Blume anthut, vollständig gleichgültig ist. Ebenso ist es ihnen nicht lästig, am haarigen Kleid Blüthenstaub, der dort abgestreift wurde, von Blume zu Blume herumzutragen und doch ist dies für die betreffenden, auf Insektenbesuch angewiesenen Pflanzen von der größten Wichtigkeit, geradezu eine Lebensfrage. So wird die Biene unbewußt zum Postillon d'amour, zum unentbehrlichen Liebesboten, da gar nicht gedenkbar ist, wie bei der Muskateller- und bei der Wiesen-Salbei eine Befruchtung stattfinden könnte, wenn nicht die honignaschenden großen Insekten die Fremdbestäubung vollzögen. Es ist kein Zweifel, daß die langrüsseligen, honigleckenden Insekten für zahllose Pflanzen die größten Wohlthäter sind; ebensowenig als es zweifelhaft ist, daß die Blumen durch ihr Honigabsondern den betreffenden Insekten einen großen Dienst leisten. Ja, es hat sich durch die Untersuchung der mannigfaltigsten Blumen und honigsuchenden Insekten herausgestellt, daß gleichzeitig mit der Entwicklung der Blumenwelt auch eine Anpassung vieler Insekten an die süße Pflanzennahrung, daß eine Abänderung in dem Sinne stattgefunden hat, daß sich einerseits langrüsselige honigleckende Insekten, andererseits Blumen gebildet haben, bei denen der Honigsaft tief im Grund der Blüthen oder in besondern verborgenen Organen gebildet wird, welche nur langrüsseligen Insekten zugänglich sind. So hat sich denn eine wunderbar mannigfaltige Wechselbeziehung zwischen Insekten und Blumenwelt gebildet, welche erst durch die neuern Forschungen bloßgelegt wurde. Ehe wir zur Besprechung weiterer Beispiele schreiten, wollen wir noch darauf aufmerksam machen, daß nebst den großblumigen zwitterigen Wiesensalbei-Stöcken auch andere Stöcke derselben Pflanzenart vorkommen, die nur kleine Blumen bilden, in denen die Staubblätter mit ihrem interessanten Hebelapparat verkümmert sind und funktionsunfähig bleiben. Bei solchen kleinblüthigen Wiesensalbei-Stöcken würde man also umsonst versuchen, die oben beschriebenen Beobachtungen der Fremdbestäubung zu machen; nichtsdestoweniger sind auch diese kleinblumigen Individuen fruchtbar; denn sie finden sich zwischen den großblumigen eingestreut auf derselben Wiese, an demselben Raine und sie werden von denselben Bienen und Hummeln, wie die großblumigen besucht, so daß sie stets mit Blüthenstaub der letzteren belegt und befruchtet werden.

2. Die Bärentraube. (Arctostaphylos uva ursi, Spreng.)

Kaum hat sich die bislang unter winterlicher Decke erstarrte Erde von Schnee und Eis befreit, so deckt sich der Tisch für die honignaschenden Bienen und Hummeln und andere summende Kerbthiere. An sonnigen Rainen öffnen sich die dunkelblauen Augen der Veilchen, am murmelnden Bächlein mit geschwätzigem Schneewasser die Goldsterne der Dotter-Blume; an grüner Halde die Frühlings-Primeln und auf der feuchten Wiese der azurne Enzian. Die Anemonen im Gebüsch und am Waldesrand läuten den Frühling ein und wenn am Ostermorgen das Wogen und Klingen der Sonntagsglocken durch die Lüfte zittert, so mischt sich in all diese Frühlings-Stimmung hinein auch das Gesumme und Gesurre der erwachten Insekten-Welt.

An solch herrlichem Ostersonntag (1880) war es, da ich seit Jahren zum ersten Mal wieder auf einen alten Bekannten stieß, der mir nun heute allerdings unter anderem Gesichtspunkt erscheint, als damals, wie wir Studenten ihn zum ersten Mal an den Ufern der Isar bei Großheseloh unweit München angetroffen hatten.

Die Bärentraube, Arctostaphylos uva ursi, Spreng., gehört zur Familie der Ericaceen (Haidekräuter) und liebt trockene, sonnige Felsabhänge, Conglomerat- oder Nagelfluh-Hügel, auch Nadelwälder und Haiden, wo sie oft große Strecken überzieht. Sie ist über einen großen Theil von Mittel- und Nord-Europa, russisch Asien und Nordamerika verbreitet. In der Schweiz treffen wir sie häufig gesellig an den sonnigen Berghalden der Molassen-Voralpen. Am Immenberg (Kanton Thurgau) überzieht sie die trockenen Südabhänge der Berglehne stellenweise so reichlich, daß die sterilen Gesteine zwischen den fruchtbaren Weinpflanzungen davon ganz bedeckt erscheinen. Sie bildet niederliegende Sträucher mit dicht der Unterlage angeschmiegten, langen Zweigen, an denen die langrunden, immergrünen Blätter fast zweizeilig angeordnet sind und der ganzen Pflanze beinahe das Aussehen eines kriechenden Buchsstrauches verleihen. Zur Zeit der Blüthe — am Anfang des Frühlings — gewährt diese genügsame Pflanze einen äußerst zierlichen Anblick. Da stehen am Ende der jüngsten grünbeblätterten Zweige prächtige Träubchen kleiner, ganz blendend weißer, nur stellenweise blaßröthlich schimmernder Blümchen von ganz seltsamem Bau, Fig. 41 —, die sich bei genauerer Prüfung als vollkommene Bienen-Blumen zu erkennen geben.

Die Blüthenträubchen sind zur Zeit ihrer schönsten Entfaltung abwärts, dem Boden zugekehrt. Die einzelne Blüthe besteht aus Kelch, Krone, Staubblättern und dem Fruchtknoten mit Griffel und Narbe. Der Kelch ist nur schwach entwickelt und erscheint fast bloß wie eine unregelmäßige lappenartige Erweiterung des Blüthenstieles. Dagegen ist die Krone verhältnißmäßig stark entwickelt: sie besteht aus fünf mit einander verwachsenen Blättern, die eine bauchig aufgetriebene Glocke oder ein krugartiges Gebilde darstellen, dessen oberer Rand — gegen die Erde gekehrt — verengert und mit fünf kurzen, etwas nach Außen umgestülpten Läppchen ausgestattet ist, Fig. 41 B. Diese krug- oder glockenförmige Krone ist fast in ihrer ganzen Ausdehnung blendendweiß gefärbt, nur gegen den engern obern Theil hin geht das Weiß in ein Blaßroth und am Rand in ein lebhaftes Fleischroth über. Dadurch erhält die Blume einen vom dunkeln Grün der Blätter stark abstechenden Aspekt; sie wirkt schon auf die Ferne für gierige Insekten verlockend. Zu gleicher Zeit wirkt die Krone als vollkommenes

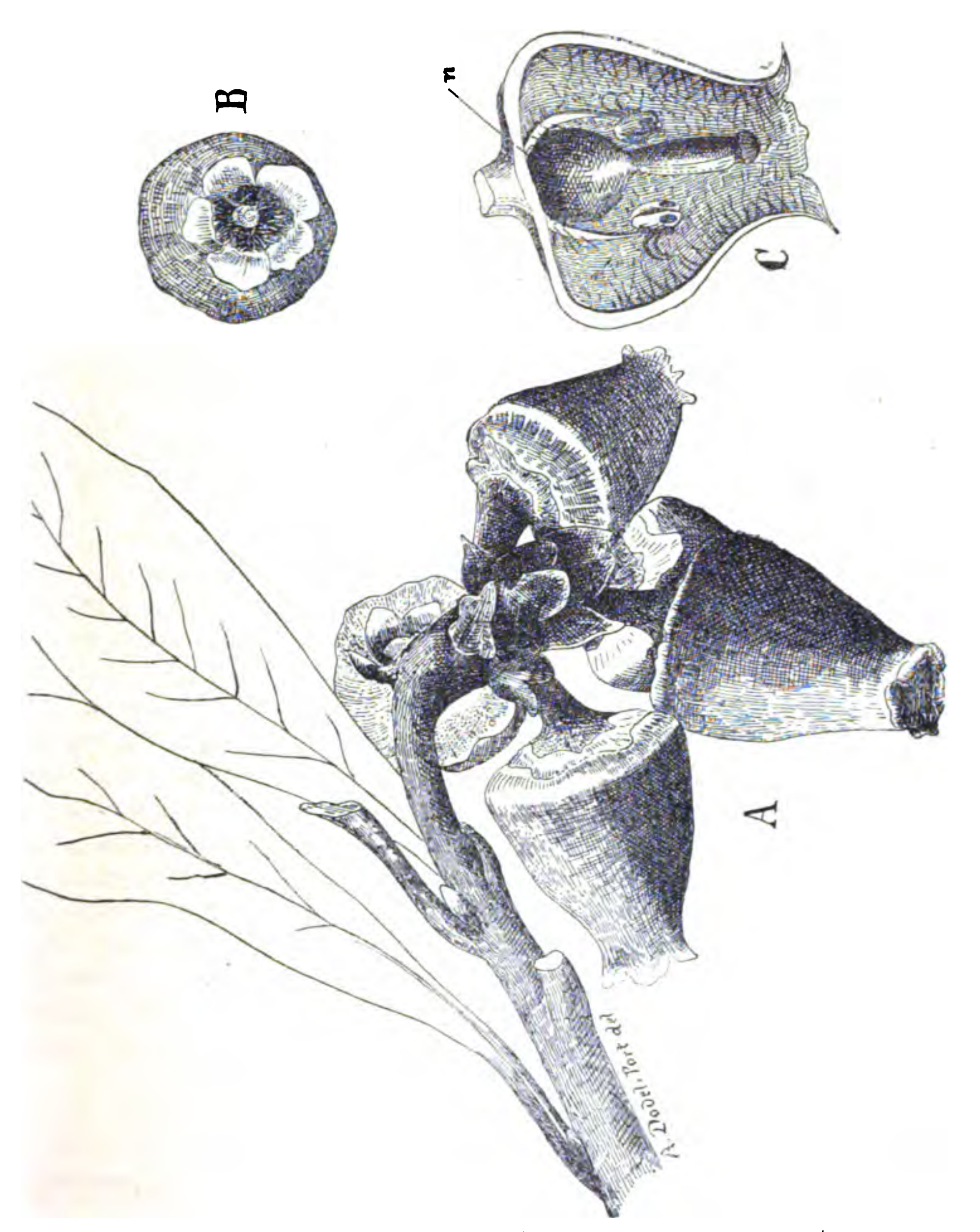


Fig. 41. Die gemeine Bärentraube, Arctostaphylos uva ursi, Spreng. eine vollkommene Bienen-Blume.

A. Blüthenstand zur Zeit der Anthese. (Gezeichnet am 5. April 1880.)

B. Einzelne Blüthe von Oben (d. h. vom Scheitel der Krone aus) gesehen.

Der Eingang in die krugförmige Krone zeigt den abwehrenden Haarfilz der Kron-Innenseite, welcher nicht nur unberufenen kleinen Insekten den Eingang wehrt, sondern auch die tiefer liegenden Staubblätter und honigabsondernden Organe gegen Benetzung durch Regentropfen schützt.

C. Blüthe im Längsschnitt. An der Basis des Fruchtknotens findet sich das Nectarium n, welches reichlich Honig absondert.

A und B sind 8-fach, C dagegen 10-fach vergrößert.

Schutz-Organ für die edleren Theile gegen die Unbilden der rauhen Frühlings-Witterung: Schnee und Regen gehen unbeschadet über die Blüthentrauben dahin, ohne die inneren Theile der Blüthen zu treffen; denn der enge Eingang zur bauchigen Krughöhle ist durch einen Haarfilz verschlossen, welcher die Innenwand der Glocke auskleidet. Die durch einen heftigen Platzregen vom Nagelfluhfelsen geschleuderten Spritztropfen können wohl auch an den Glockenrand gelangen; aber die Filzhaare verwehren ihnen den Eintritt zum Innern.

Der senkrechte Längsschnitt durch die Blüthe (C in Fig. 41) belehrt uns über das Innere der Blume. Mitten aus der breiten Basis des Glockenbauches erhebt sich der kugelige Fruchtknoten, an dessen Grund ein Gürtel von saftigem Gewebe reichlich Honig absondert (n in C, Fig. 41). Der Fruchtknoten selbst trägt einen mäßig langen cylindrischen Griffel, welcher oben, in der Nähe des Krughalses mit einer feuchten Narbe endiget und nur zwischen den vorerwähnten Haaren hindurch von Außen wahrgenommen werden kann. Rings um den Fruchtknoten herum stehen im Grund der Blüthe zehn Staubblätter, deren Stieltheile (Filamente) unten und oben dünn, in der Mitte dagegen kräftig entwickelt sind. (In unserer Fig. 41 C sind bloß zwei Staubblätter abgebildet.) Am obern Ende der Staubfäden befinden sich die Staubbeutel, von denen jeder ein paariges Organ darstellt mit zwei Pollenfächern, die sich auf der gegen den Griffel gekehrten Seite je mit einem runden oder ovalen Loch öffnen (Fig. 41 C), während an der Rückenseite, gegen die Bauchwand der Blumenglocke von jedem der zehn Staubbeutel je zwei lange, mit rauhen Vorsprüngen versehene, bogenartig gekrümmte Schwänze abgehen. Diese zwanzig Staubbeutel-Schwänze ragen ringsum bis in die Region der zottigen Haare hinein, welche die Glocken-Innenwand auskleiden. Und dieser Haarfilz selbst hält schon am Eingang in die Glocke jedes kleinere Insekt vor dem Zutritt zum Honigsaft ab. Es sind nur größere Insekten im Stande, den reichlichen Nektar zu saugen. In der That sind es ausschließlich Insekten aus der Familie der Bienen und Hummeln, welche den Göttertrank aus diesen Blumen zu holen gewohnt sind. Sie klammern sich dabei — von Unten her — an die abwärts gekehrte fünflappige Glockenmündung an und schieben den langen Rüssel durch die kreisrunde Oeffnung hinein, an der feuchten Narbe vorbei, zwischen Griffel und Staubfaden hinunter bis zum Grund des Fruchtknotens, wo der Honigsaft (n in Fig. 41 C) liegt. Hiebei streifen sie selbstverständlich zuerst die Narbe, ehe sie die elastischen Staubfäden berühren; wenn sie daher Blüthenstaub von einer vorher besuchten Blüthe am Rüssel mitbringen, so werden sie die feuchte Narbe bestäuben, ehe sie zum Pollen der honigbietenden Blume gelangen. Durch die ungestümen Bewegungen der Hummel oder Biene vor, während und nach dem Honigsaugen werden aber die Staubbeutel nothwendigerweise so erschüttert, daß der Blüthenstaub gelegentlich aus den abwärts gekehrten, gegen den Rüssel gerichteten Oeffnungen der Staubbeutel herausfällt und vom Bienenrüssel mitgenommen wird, wenn dieser sich zurückzieht, um in einer andern Blume dieselben süßen Geschäfte auszuführen. Die Ausbildung und Lage der feuchten, empfängnißfähigen Narbe, die Stellung der Staubbeutel zum Griffel und zum honigsaugenden Insekten-Rüssel und die Thatsache, daß fremder Blüthenstaub auf der Narbe meist eher und schneller befruchtet als der eigene — alle diese Momente weisen darauf hin, daß die Blüthe der Bärentraube ganz speziell und beinahe bis zur Vollkommenheit der Fremdbestäubung durch honigsaugende Bienen und Hummeln angepaßt ist. Ganz vollkommen ist indeß diese Blume

keineswegs; denn Hermann Müller hat beobachtet, daß oft Blüthen dieser Pflanze von andern Hummeln angebissen und ihres Honigsaftes beraubt werden, ohne daß sie Fremdbestäubung vermitteln, weil sie nicht auf ehrlichem Wege, d. h. von der engen Mündung der Glocke aus zum Honig vordringen, sondern die Blumenglocke an ihrer Basis von Außen anbohren und gewaltsam durch die Wand zum Nektar vordringen, ohne den Geschlechtsapparat der Blume zu berühren. Solchen Missethätern, die wir schlechtweg Honigräuber nennen, begegnen wir gelegentlich bei verschiedenen Pflanzen, z. B. bei Diclytra spectabilis und bei manchen Eisenhut-Arten (Aconitum), wie ich diesen letzten Sommer wiederholt zu beobachten Gelegenheit hatte. Ganz vollkommen würde die Blüthe der Bärentraube dann sein, wenn sie auch abwehrende Organe (Drüsenhaare oder Stachelborsten 2c.) gegen die Honigräuber bildete.

3. Die Berg-Lilie. (Lilium Martagon.)

Hiezu Taf. VI.

Wer kennt sie nicht, die schlanken Lilien, die regelmäßigsten aller Blumen! Blumen der Bibel, schon von den Alten als Inbegriff der Schönheit gefeiert: „Sie arbeiten nicht und spinnen nicht und doch war Salomon in all seiner Herrlichkeit nicht so schön gekleidet, wie ihrer eine“ (Matth. 6. 28, 29). Auch Göthe hat sie verherrlichet als Symbol der Anmuth: „Eine kannt' ich, sie war schlank wie die Lilie und ihr Stolz war Unschuld; herrlicher hat Salomon keine gesehen.“

Der Naturfreund geht an ihr nicht ohne freudige Erregung vorüber. Die Lilie ist in der That durch ihren architektonischen Aufbau ein Muster von Eleganz und für den Botaniker der reinste Typus einer Monocotylen. Und ihre Liebesgeheimnisse sind nicht minder interessant, als ihre erhabene Schönheit. Für den Physiologen aber existirt kein Zweifel mehr, daß die Blumenpracht der Lilie das Produkt der Züchtung durch Insekten ist. Honignaschende Kerbthiere haben sie großgezogen und aus ihr eine Blume gemacht, die an Schönheit und Zweckmäßigkeit alle Culturprodukte unserer Kunstgärtner überragt.

Die Berg-Lilie oder Türkenbund-Lilie (Lilium Martagon) ist über einen großen Theil der bergigen Gegenden Europa's verbreitet und findet sich namentlich gerne an steinigen Abhängen in den Alpen, sogar in einer Höhe von 1200—1500 Meter über Meer (Säntis, Pilatus, Rigi), in den Voralpen auch in Wäldern und Gebüschen der in die Ebene ausmündenden Flußthäler, z. B. bei Zürich im Sihlthal und massenhaft am Fuße des Uetliberges.

Der oberirdische Stengel erreicht eine Höhe von 60 bis 140 Centimeter und ist im untern Theil, wie dicht unterhalb des Blüthenstandes nur wenig beblättert. Die lanzettlichen oder spatelförmigen Laubblätter stehen an diesen Stengeltheilen isolirt, zerstreut, in einer Spirale aufeinanderfolgend; im mittlern Theil des Stengels dagegen stehen sie dicht beisammen, einige bis mehrere Scheinquirle von je 6 bis 10 Blättern darstellend, immerhin aber auch hier wendeltreppenartig angeordnet (vergl. Fig. 1 Taf. VI). Der Stengel endigt oben in den Blüthenstandstiel mit den in eine Traube angeordneten 3—12 Blüthen, von denen jede anscheinend in der Achsel zweier Hochblätter steht.

Die untersten Blüthen der Inflorescenz sind in der Regel die vollkommensten, am schönsten entwickelt, während die obersten Knospen, namentlich bei reichen Inflorescenzen, nicht selten abortiren.

Die Lilienblüthe repräsentirt den reinsten Typus der Monocotylen-Blüthen. Sie besitzt 3 äußere und 3 innere blumenblattartige Perigonblätter, die in ihrer Gesammtheit die Blüthenhülle, das Perianthium, darstellen, ohne daß eine Differenzirung in einen grünen Kelch und eine anders gefärbte Krone stattfindet. Diese sechs kronartig gefärbten Perigonblätter sind annähernd gleichartig gebaut, gleich groß und stehen in gleichen Winkeln von einander ab, ähnlich wie bei der Tulpe. Innerhalb derselben folgen 3 äußere und 3 innere Staubblätter, welche ebenfalls gleichartig entwickelt und regelmäßig angeordnet sind. Im Centrum der Blume findet sich ein aus drei mit einander verwachsenen Fruchtblättern bestehender Fruchtknoten, der von einem langen, säulenförmigen Griffel überkrönt wird. Am obern Ende des letztern findet sich eine kolbige Narbe, das Empfängnißorgan zur Aufnahme des befruchtenden Blüthenstaubes (Pollen). So besteht denn die Blume aus fünf Blattkreisen mit je drei Blättern. Die Blätter jedes Blattkreises alterniren mit den drei Blättern des vorhergehenden Kreises und zwar so, daß die drei Blätter des innern Perigonblattkreises je mitten zwischen den Blättern des äußern Kreises stehen, was auch bei den drei innern Staubblättern der Fall ist.

Beim Oeffnen der eiförmigen nickenden Blüthenknospen treten die abwärts gerichteten Spitzen der sechs blaßroth gefärbten Perigonblätter seitlich, nach allen Richtungen divergirend, auseinander und biegen sich die einzelnen Blätter so, daß ihre Spitzen einen Halbkreis beschreiben und zuletzt am gebogenen Blüthenstiel zusammenschlagen (vergl. in Taf. VI Fig. 1 die Blüthen a, b, c, d und e).

Die dicken fleischigen Blumenblätter sind länglich eirund, beiderseits blaßpurpurn bis schmutzigroth gefärbt und namentlich auf der Oberseite (Innenseite) mit dunkelpurpurnen Flecken ausgestattet, welche jedoch gegen die Blattspitzen hin ganz fehlen. Die Mittelrippe jedes Perigonblattes ist an der Basis in einen Honigbehälter (Nectarium) verwandelt, das die Gestalt einer Furche besitzt, die bei der offenen Blüthe rechts und links von einem Gewebewulst begrenzt und vollständig wie ein geschlossener Kanal überwölbt wird (vergl. in Taf. VI Fig. 1 und bei Fig. 2 das Perigonblatt, an dem der Schmetterling saugt, sowie das benachbarte Blatt rechts, die mit n bezeichnete Stelle). Die Honigfurche der drei innern Perigonblätter mündet an der Basis in die Insertion der drei mit ihnen correspondirenden Staubblätter. Nach Oben öffnen sich dagegen die Honigfurchen sämmtlicher sechs Blumenblätter in die Mittellinie des gefleckten Perigonblatttheiles, indem die Gewebewülste rechts und links von der Honigfurche auseinander tretend und divergirend allmälig in die übrige Blattfläche auslaufen. Die Sohle der Honigfurche ist grünlich gefärbt und es enthalten die Gewebe unter der Epidermis dort eine reichliche Menge von Chlorophyllkörnern, welche in den übrigen Theilen der Perigonblätter fehlen. Diese Organe sind die eigentlichen Nectarien, die unmittelbar nach dem Oeffnen der Blüthe in Function treten.

Kurze Zeit, nachdem die Perigonblätter ihre Knospenlage verlassen haben und sich rückwärts zu krümmen beginnen, sieht man an der obern Mündung der Honigfurche über den grünlichen Stellen der Blattmittelrippe kleine isolirte Honigtröpfchen austreten, die — bald größer werdend — zusammenfließen und in kurzer Zeit die ganze

Honigfurche erfüllen, so daß nicht selten an der unberührten Blüthe ein einziger großer Honigtropfen den Eingang zur Nectarfurche versperrt. Am vollständig zurückgeschlagenen Perigonblatt fließt der Saft durch die Furche hinunter an die Basis der Blüthenblätter und kann in größerer Menge nur von langrüsseligen Insekten geholt werden (vergl. Fig. 2 Taf. VI).

Die sechs Staubblätter sind in der sich eben öffnenden Blüthe (Taf. VI Fig. 1 bei a) gerade, parallel verlaufend; die Antheren (Staubbeutel) erscheinen in der Verlängerung der Filamente (Taf. VI Fig. 3) und umgeben mit den letzteren den Griffel derart, daß man ihn nicht sehen kann (Fig. 1 a). Je mehr sich aber die Perigonblätter rückwärts krümmen, desto lockerer wird die Stellung der Staubblätter; diese krümmen sich nun — während die Antheren immer noch geschlossen sind — ebenfalls nach Außen; der Griffel wird frei und sichtbar (Fig. 1 b und c Taf. VI). Wenn die Krümmung der Filamente (f in Fig. 2 und 3) einen gewissen Grad erreicht hat, so öffnen sich die Antheren durch Längsrisse (Taf. VI Fig. 1 c, d, e und Fig. 2, 4), wobei sich der obere, auf die halbe Länge der Staubbeutel mit letztern verwachsene Theil der Filamente derart von den Staubbeuteln losmacht, daß die Antheren nur noch an einer kleinen Stelle, auf nicht ganz halber Länge mit der Filamentspitze in Zusammenhang bleiben. Dadurch gelangen die verstäubenden Antheren in eine balancirende Stellung; dem Zug der Schwerkraft folgend, hängen sie nun an der unberührten Blüthe bei Windstille senkrecht abwärts; die beim Oeffnen der Staubbeutel sich rückwärts krümmenden, pollenbehafteten Wände der Staubfächer verlaufen in Vertikal-Ebenen und sind dem Griffel abgekehrt, so daß der ölfeuchte Blüthenstaub in seiner größten Masse möglichst weit von der Narbe entfernt ist (Taf. VI Fig. 2). Es muß sofort auffallen, daß die Staubbeutel sich erst dann öffnen, wenn sie sich durch die Krümmung der Filamente bereits weit vom Griffel, respective von der empfängnißfähigen Narbe entfernt haben. Es ist, als ob diese Staubfaden-Bewegung „mit Absicht" oder „extra zu dem Zwecke" ausgeführt würde, um so viel als möglich zu verhindern, daß der Pollen der sich öffnenden Antheren auf die benachbarte Narbe derselben Blüthe gelange. Auch das Umkippen der sich öffnenden Staubbeutel zu der Zeit, da sich der obere Theil des Filamentes von dem Rücken der Anthere, mit dem er vorher verwachsen war, frei macht, so daß der lange Staubbeutel bloß noch an einem Punkt in der Mitte des Rückens mit dem Staubfaden zusammenhängt, jenes Umkippen, welches die frei werdenden Blüthenstaubmassen vom Centrum der Blume abwendet und nach Außen kehrt, dient in ganz vortrefflicher Weise zur Verhinderung der Selbstbestäubung. Dagegen werden die Pollenkörner auf diese Weise jedem fremden Eingriff von Außen her in hohem Grade exponirt und dadurch der Verschleppung von Blume zu Blume ausgesetzt.

Aber noch ein weiterer Umstand tritt zur Verhinderung häufiger Selbstbestäubung und zur Begünstigung der Fremdbestäubung hinzu. Die beim Oeffnen der Staubbeutel durch Rückwärtskrümmung nach Außen gekehrten Innenwände der Pollenfächer sind mit einer orangegelben öligen Masse ausgekleidet, welche auch den einzelnen Pollenkörnern anhaftet und nicht nur diese unter sich zusammenhält, sondern auch verhindert, daß die ölfeuchten Blüthenstaubmassen sich freiwillig von den geöffneten Staubbeuteln ablösen (vergl. Taf. VI Fig. 5 ol). Die Pollenkörner sind bei den Lilien niemals trocken, sondern stets mehr oder weniger mit größern und kleinern Oeltropfen bekleidet und hängen deßhalb immer in größern Massen zusammen. Der Wind führt daher

niemals einzelne Blüthenstaubkörner vom geöffneten Staubblatt weg, wohl aber vermag er die lose hängenden Antheren leicht in eine balancirende Bewegung zu versetzen, wobei nicht selten größere Pollenmassen an benachbarte Blüthentheile abgestreift werden, also gelegentlich auch die Narbe bestäubt werden kann.

Das einzelne Pollenkorn ist von eiförmiger Gestalt und besitzt eine netzartig gezeichnete rauhe — nicht glatte — Oberfläche. Diese netzartige Zeichnung, welche über die Außenfläche vorspringt, besitzt eine hohe physiologische Bedeutung. Wäre nämlich die Pollen-Oberfläche glatt, so würden sich die Oelmassen in größeren Tropfen ansammeln und dabei könnte nicht ausbleiben, daß die Pollenkörner auf dieser oder jener Seite trocken gelegt und somit in geringerem Grade cohärent würden, als es jetzt der Fall ist, da gewöhnlich in jeder Masche der netzförmigen Zeichnung auf der Außenfläche des Blüthenstaubkornes ein kleines Oeltröpfchen liegt, so daß eine größere Menge Oeles über der ganzen Außenfläche des Kornes verbreitet bleibt.

Wir sehen an diesem einen Beispiel, dem wir Hunderte von andern an die Seite setzen könnten, wie nützlich selbst anscheinend geringfügige, scheinbar nebensächliche Gebilde sein können; ja es ist kein Zweifel mehr, daß überall dort, wo an gewissen Organen ganz gesetzmäßig derlei Gebilde vorhanden sind, dieselben eine physiologische Bedeutung haben, ja, daß sie in manchen Fällen für Gedeihen und Fortpflanzung ebenso Bedingung sind, als die großen, in die Augen springenden Organ-Complexe, deren Bedeutung jedem Kinde geläufig ist. Wir werden im Folgenden noch wiederholt Gelegenheit haben, auf die hohe Wichtigkeit der kleinsten und unscheinbarsten Organe hinweisen zu können: Es gibt in der Pflanzenwelt kein Härchen oder Stächelchen, das — sobald es gesetzmäßig oder auch nur regelmäßig an gewissen Stellen auftritt — wegen seiner physiologischen Bedeutung übersehen werden darf. Ja, es will uns bedünken, daß auf keine anderen Objekte das Bibelwort besser als auf die Blumen passen würde: „Die Haare eueres Hauptes sind alle gezählt." Und dennoch ist der Pflanzen-Physiologe weit davon entfernt, in diesen so wunderbar erscheinenden Thatsachen den Ausdruck eines zweckbewußten Schaffens der Natur oder eines Wesens über oder außerhalb der Natur zu sehen. Uns ist der ganze Zauber dieser Einrichtungen nichts Anderes als das Resultat der natürlichen Zuchtwahl, das Endergebniß eines tastenden, versuchenden und sich selbst corrigirenden Abänderungs-Prozesses. — Doch hierüber in einem folgenden Abschnitt!

Der ursprünglich gerade Griffel (Taf. VI Fig. 1, Blüthe b) krümmt sich in der offenen Blüthe immer so, daß die Narbe dem einfallenden Lichte zugekehrt ist; der Griffel ist in hohem Grade positiv-heliotropisch. Während nämlich die zahlreichen Blüthen vom gemeinsamen Stengel nach allen Richtungen des Horizontes schauen, sehen wir in der Regel die Griffel sämmtlicher Blumen der stärksten Lichtquelle entgegengekrümmt, bei Pflanzen auf der Nordseite eines schattenden Gebüsches oder einer Felswand immer gegen Norden, bei freistehenden Pflanzen immer nach Süden, bei Pflanzen am Westrande des Waldes gegen Westen u. s. f., also immer der größten Lichtmenge und dem weitesten freien Raume entgegen. Es leuchtet ein, daß auch dieser Umstand die Fremdbestäubung wesentlich begünstiget, indem die empfängnißfähige Narbe den honigsuchenden Schmetterlingen in günstigster Lage zur Berührung und Bestäubung dargeboten wird.

Am obern Ende des Griffels (st in Fig. 2 Taf. VI) findet sich die dreilappige Narbe p, deren Epidermiszellen purpurroth gefärbt und in längere oder kürzere Papillen ausgewachsen sind. In der sich erst öffnenden Blume ist die Narbe trocken; sobald jedoch die Blumenblätter genügend ausgebreitet und die Staubbeutel a, a in Folge der Krümmung der Filamente f, f hinreichend vom Griffel entfernt sind, beginnt die Narbenfläche feucht zu werden. Dort wird eine farblose, schleimig-zähe Flüssigkeit ausgeschwitzt, welche als sogen. Narbenfeuchtigkeit dazu dient, Pollenkörner, welche gelegentlich auf die Narbe kommen, festzuhalten und ihnen beim Auswachsen der Pollenschläuche (von denen wir in einem folgenden Abschnitt reden werden) als Nährflüssigkeit zu dienen.

Wenn wir daher mit einem trockenen Pinsel Blüthenstaub von einer geöffneten Anthere abnehmen und auf die Narbe hinübertragen, so wird letztere mit dem gelben Pollen belegt, sie wird bestäubt und wie der Erfolg lehrt, auch befruchtet, gleichviel ob der Blüthenstaub von der eigenen Blüthe oder von der Blume eines andern Stockes herrührt. Die zahlreichen Versuche, welche verschiedene Botaniker angestellt haben und die ich gelegentlich wiederholte und erweiterte, haben ergeben, daß die Türkenbund-Lilie sowohl bei Fremdbestäubung als auch bei Selbstbestäubung gute Samen liefert. Allein ebenso sicher als die Resultate dieser Versuche ist die Thatsache, daß in der freien Natur diese Lilie regelmäßig durch honigsuchende Insekten mit fremdem Pollen befruchtet wird und daß die Selbstbestäubung unter günstigen Witterungsverhältnissen zur Seltenheit gehört. Anders mag sich die Sache verhalten, wenn zur Zeit der Anthese die Atmosphäre stark bewegt ist, da dann durch den Wind die schlanken Stengel in eine schwankende Bewegung gerathen, wobei die schaukelnden Antheren gelegentlich mit der benachbarten feuchten Narbe in Berührung kommen und so unter Verhältnissen Fremdbestäubung vollziehen, wo gerade diejenigen Insekten, welche an dieser Blume am erfolgreichsten ihr Liebeswerk auszuüben gewohnt sind, wegen der ungünstigen Witterung nicht schwärmen.

Unter den zahlreichen Insekten, die wir gelegentlich auf oder an der blühenden Türkenbund-Lilie antreffen, erscheint der sogen. Taubenschwanz, Macroglossa stellatarum, als der geschäftigste und wirksamst thätige Liebesbote. Dieser Schmetterling, der — abweichend von seinen nächsten Verwandten, welche zumeist Dämmerungs- und Nachtfalter sind — auch bei Tag schwärmt, ist recht eigentlich der Befruchter unserer Lilie. Die Letztere duftet auch angenehm und stark, und zwar derart, daß einige wenige blühende Exemplare hinreichen, um die Atmosphäre eines großen Zimmers zu würzen und — wie wir durch Experimente constatirt haben — Insekten von Weitem anzulocken. Auch besitzen die Blumen eine bedeutende Größe und viele Exemplare auch noch so brillante Farbentöne, daß sie auch auf die Ferne für das Auge wirken. Bei einem Besuche, den ich einzig wegen dieser Lilie unserem benachbarten Uetliberg machte, um dort an sonniger Halde die Bestäubung durch Insekten zu beobachten, nahm ich einige fünfzig Exemplare der schlanken Lilien mit mir, sie offen über Feld tragend. Trotz der rauchenden Cigarre machte sich der honigsüße Duft der Blumen so angenehm bemerkbar, daß mich vom Fuße des Berges an bis weit in's Feld hinunter fortwährend emsige Schmetterlinge der oben genannten Art umschwärmten, um an den gepflückten Blumen zu naschen.

Es ist fast unnöthig, die Art des Saugens unserer Macroglossa stellatarum zu beschreiben, da Fig. 2 (Taf. VI) hinreichen dürfte, um den Vorgang der Bestäubung

an Lilium Martagon klar zu machen. Der Schmetterling schwebt mit Hülfe der schwirrenden Flügel in der Regel während des Honigsaugens an der Peripherie des Sexualapparates unserer Blume ganz frei in der Luft, aber mit den Füßen lebhaft gestikulirend und zappelnd, so daß er häufig mit mehreren Staubblättern in Berührung kommt und den ölfeuchten Pollen an verschiedene Körperstellen abstreift, die beim Besuch einer nächsten Blume gelegentlich mit der sehr exponirten Narbe (p in Fig. 2) in Contact gerathen und dadurch nothwendig Frembbestäubung vermitteln.

Alle oben angeführten Momente sprechen dafür, daß Lilium Martagon speciell der Frembbestäubung durch langrüsselige Insekten angepaßt ist. Das ergibt sich zur Evidenz, wenn wir die Vorgänge beim Auffliegen von Macroglossa und beim Honigsaugen dieses Schwärmers im Detail beobachten. Der positive Heliotropismus des Griffels, die gespreizte Stellung der verstäubenden Antheren, die Leichtigkeit, mit welcher jeder nur leise berührte Staubbeutel eine Unmasse von cohärentem Pollen an den berührenden Gegenstand abgibt, die schwebende Haltung des honigsaugenden Schwärmers, der während dieses süßen Geschäftes die Antheren und Griffeltheile mit den Beinen und Flügeln berührt, endlich der Bau und die Lage der Honigfurche — all diese Momente sprechen laut für die Anpassung der Lilie an den Schmetterling.

Damit ist keineswegs gesagt, daß Lilium Martagon einzig und allein durch den Taubenschwanz (Macroglossa) bestäubt werde: im Gegentheil haben wir mehrere andere Insektenarten, Tagschmetterlinge, Bienen und Hummeln gesehen, die gelegentlich diese Blumen besuchen und wohl auch hie und da befruchten können; allein es ist, wie Dr. Hermann Müller sich ausdrückt, wirklich Macroglossa der Hauptvermittler der Frembbestäubung, der in einer Stunde mehr ausrichtet, als zehn verschiedene andere Tagfalter innerhalb mehrerer Tage. (Nach meinen letzten Beobachtungen vom Sommer 1880 sind Bienen und Hummeln in der offenen Lilien-Blüthe nicht zu Hause; sie benehmen sich — wohl durch den Geruch angelockt — sehr ungeschickt und wissen in den seltensten Fällen den Nectar zu finden, selbst dann nicht, wenn die Honigfurchen bis an's obere Ende ganz von Saft erfüllt sind. Meist turnen die Bienen und Hummeln an dem Griffel und der feuchten Narbe herum, seltener klettern sie auch an die gekrümmten Staubblätter hinüber; aber fast nie finden sie die Honigbehälter und darum besuchen sie diese Blumen auch nicht mit besonderem Fleiß.) —

Erklärung zu Taf. VI.

Fig. 1. Habitusbild des Blüthenstandes von Lilium Martagon. (Türkenbund- oder Berg-Lilie.)

Fig. 2. Vollständig geöffnete Blüthe mit dem honigsaugenden Schmetterling (Macroglossa stellatarum), vergrößert. f, f — Filamente, a, a — Antheren, st — Griffel, p — Narbe, n — Honigtropfen am Eingang des Nectariums.

Fig. 3. Einzelnes Staubblatt mit noch geschlossener Anthere a; f — Filament, y — die zwei Schnittlinien des in Fig. 4 dargestellten Querschnittes einer sich eben öffnenden Anthere, vergrößert.

Fig. 4. Querschnitt und Fragment der Längsansicht einer sich öffnenden Anthere.
oo — das Connectiv oder „Band“, ein Gewebe, welches die beiden Antherenhälften verbindet und von dem Gefäßstrang g durchzogen wird, vergrößert.

Fig. 5. Einige reife Pollenkörner mit den kleinern und größern Oeltropfen ol ol, welche den austretenden Blüthenstaub feucht erhalten. Die Oberfläche der Pollenkörner ist netzartig gezeichnet; in jeder Masche des Netzes sitzt ein Oeltröpfchen, stark vergrößert.

(Alle Figuren sind nach der Natur gezeichnet. Vergl. übrigens die Taf. A mit Lilium Martagon im „Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen“ von Dobel-Port.)



Lilium Martagon. (Türkenbund- oder Berglilie.)

4. Calceolaria amplexicaule.

Eine exotische, aus Peru und Chili stammende Zierpflanze, die in Töpfen gezogen alljährlich lange kräftige, saftreiche Schosse treibt, an deren Enden und Zweigspitzen sich die eigenthümlichen Blüthen bilden. Die weichen, wollig behaarten, grünen Blätter dieses krautigen Gewächses besitzen eine dreieckige Blattspreite und einen sehr breit=geflügelten Blattstiel. Da sie zu zweien auf gleicher Höhe am Stengel oder Zweig einander gegenübergestellt stehen und die breiten Flügel der Blattstiele an ihrer Basis mit einander verwachsen sind, so macht schon die Belaubung dieser Zierpflanze einen eigenthümlichen Eindruck. In noch viel höherem Grade gilt dies aber von der Blüthe.

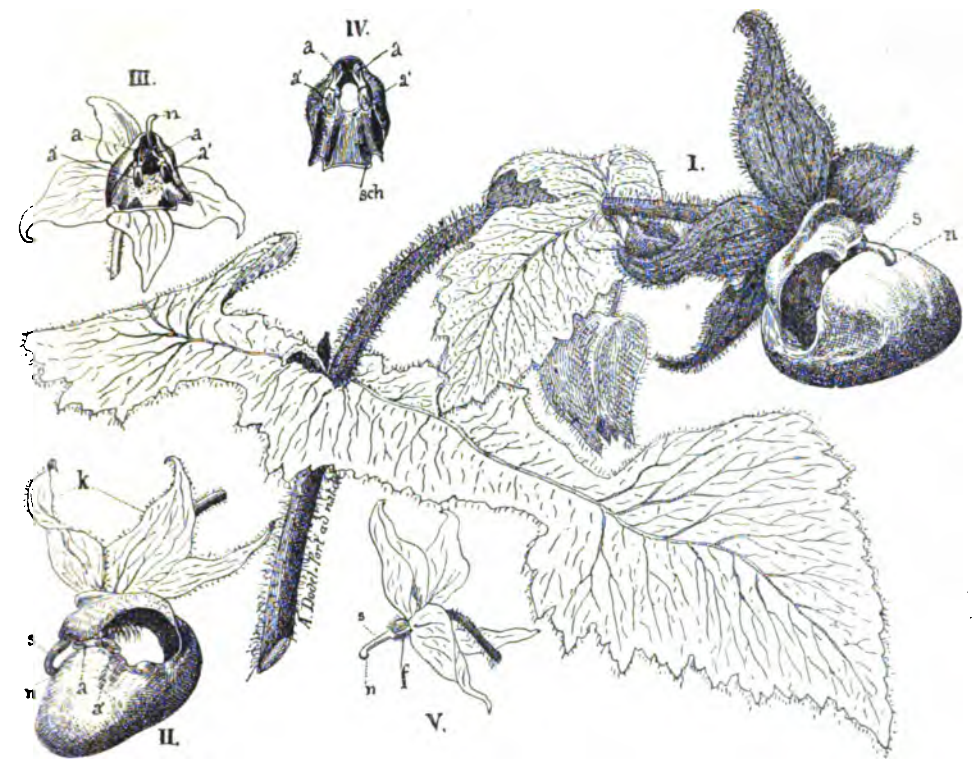


Fig. 42. Calceolaria amplexicaule.

I. Ein Zweig mit grünen Blättern, Blüthenknospen und einer geöffneten Blüthe, in natürlicher Größe. (Nach der Natur gezeichnet 29. Sept. 1880.)
II. Eine geöffnete Blüthe von der linken Seite gesehen.
III. Eine Blüthe, von welcher die schuhförmige Unterlippe weggeschnitten wurde, um die Stellung der Geschlechtsorgane zu zeigen, schief von Vorn gesehen.
IV. Die abgefallene Krone (nach Entfernung der Unterlippe) von Vorn gesehen. Im Grunde derselben sieht man die zwei mit der Krone verwachsenen Staubblätter, jedes mit zwei Staubfächern a und a'.
V. Blüthe nach Entfernung der ganzen Krone, von links gesehen.
a — oberes Staubfach. a' — unteres Staubfach der Antheren.
s — Griffel. n — Narbe. f — Fruchtknoten. k — Kelchblätter.
sch — Schnittfläche nach dem Wegschneiden der schuhförmigen Unterlippe.

Dieselbe hat bei oberflächlicher Betrachtung große Aehnlichkeit mit der Blüthe vom Frauenschuh (Cypripedium calceolus). Sie besitzt vier blaßgrüne, an der geöffneten Blume radförmig ausgebreitete und etwas zurückgeschlagene Kelchblätter (k).

Die Blumenkrone ist verwachsen-blätterig, zweilippig, schwefelgelb gefärbt, nur im Grunde der mächtig aufgeblasenen, schuhförmigen Unterlippe auf der Innenseite mit zwei purpurnen Flecken ausgestattet. Die Oberlippe ist kurz und birgt den Geschlechtsapparat, nämlich den Fruchtknoten f (in Fig. 42 bei V), den Griffel s (in I, II, III und V), der am obern Ende etwas gekrümmt erscheint und die Narbe n trägt, endlich die zwei im Grund der Krone inserirten, sehr kurz gestielten, fast sitzenden Staubblätter deren Staubfächer a a' im geöffneten Zustand steif aus einander stehen und dicht unter dem vordern Rand der Oberlippe, rechts und links vom Griffel gegen die stark gewölbte Unterlippe angestemmt sind und an dieser Stelle ihren Blüthenstaub auf die Unterlippe ausschütten.

Jedes Kind wird begreifen, daß die Narbe n bei der geöffneten Blume nicht mit Blüthenstaub in Berührung kommen kann, wenn nicht fremde Kräfte hiebei zu Hülfe kommen. In der That trifft dies an der unversehrten Blume nicht anders als mit Hülfe von Insekten ein. Die Pollenfächer entleeren erst dann ihren Blüthenstaub, wenn der Griffel s bei der sich öffnenden Blume sich so stark verlängert hat, daß die Narbe n weit über den obern Theil der blasenartig gewölbten Unterlippe vorgreift, wie dies in Fig. 42 I und II dargestellt ist. Der empfängnißfähige Theil der Narbe ist in Folge der Krümmung des Griffels auch so dicht gegen die Unterlippe angedrückt, daß schon durch diesen Umstand allein die Berührung mit dem entleerten Blüthenstaub zur Unmöglichkeit wird. Sehr deutlich ist die Lage der entleerten Staubfächer bei II zu sehen, wo a das obere, a' das untere Fach des nächstliegenden Staubbeutels darstellt. Es ist aber auch leicht einzusehen, daß Insekten, welche in diesen Blüthen Honig suchen, fast regelmäßig Fremdbestäubung vermitteln werden; denn die Lage der honigabsondernden Stelle im Grunde der Blumenkrone, innerhalb der Oberlippe, zwingt das saugende Insekt, mit dem entleerten Pollen in Berührung zu kommen und beim Besuch mehrerer Blüthen auch die empfängnißfähigen Narben von der Unterlippe abzuheben und mit fremdem Blüthenstaub zu belegen. Wenn die Blume längere Zeit — etliche Tage — geöffnet war, ohne von Insekten befruchtet worden zu sein, so löst sich die ganze Krone ab und fällt mit sammt den ihr angewachsenen Staubblättern zu Boden. (Vergleiche Fig. 42 IV und V.) Der Griffel mit seiner Narbe bleibt dagegen auf dem Fruchtknoten f (V) stehen. Beim Abfallen der Blumenkrone kommt es nun aber auch vor, daß während des Abgleitens der Kronbasis über den abwärts geneigten Griffel die Narbe schließlich doch noch von den geöffneten Staubbeuteln ihrer eigenen Blüthe berührt und bestäubt wird. Hatte vorher Fremdbestäubung stattgefunden, so bringt diese nachträgliche Selbstbestäubung keinen Nutzen, da der fremde Pollen dem eigenen zuvorkam. Dies wird in den meisten Fällen bei der wildwachsenden Pflanze eintreffen. Hat aber vor dem Abfallen der Blumenkrone keine Fremdbestäubung stattgefunden, so tritt also schließlich Selbstbestäubung mit Aussicht auf Erfolg ein. Das ist ein vortrefflicher Nothbehelf, wie wir ihn in verschiedenen Abstufungen und mit mancherlei Einrichtungen bei verschiedenen andern Pflanzen ebenfalls antreffen. Es gibt nämlich zahlreiche Blumen, bei denen Einrichtungen zur Begünstigung der Fremdbestäubung vorhanden sind, bei denen also wohl in 99 von 100 Fällen Fremdbestäubung stattfindet, doch

derart, daß wenn letztere ausbleibt, am Ende Selbstbestäubung eintritt. In der That hat Darwin bei einer Calceolaria, deren Speciesname er nicht nennt, die aber nach seiner Beschreibung wohl unsere oben beschriebene Calceolaria amplexicaule ist, beobachtet, daß durch Selbstbestäubung Befruchtung und Samenbildung eintritt. Aber — und dies ist sehr wichtig — es hat sich bei der Aussaat der Samen herausgestellt, daß die Keimpflanzen, welche von selbstbestäubten Blumen herrührten, schwächlicher sind als Pflanzen aus jenen Samen, die in Folge von Fremdbestäubung erhalten werden (vergleiche Darwin, Cross and Self-Fertilisation, Pag. 87).

5. Die gemeine Osterluzei, Aristolochia Clematidis.



Fig. 43. Gemeine Osterluzei. (Aristolochia Clematidis.)

a) Habitusbild eines blühenden Zweiges.
b) Fruchtknoten, überkrönt von der kesselförmigen Erweiterung der Perigon-Basis.
c) Die sechsstrahlige Narbe von Oben gesehen. Zwischen je 2 Narbenstrahlen liegt — etwas tiefer — ein Staubbeutel.

Eine europäische Pflanze, stellenweise recht häufig, dann wieder in ganzen Kantonen und Provinzen fehlend, ist die gemeine Osterluzei, Aristolochia Clematidis, den freundlichen Lesern wohl weniger bekannt, als eine Schwesterart dieser Pflanze, nämlich die aus Nordamerika stammende Tabakspfeifen-Blume, Aristolochia Sipho. Letztere findet sich als üppig beblätterter, schattiger Schlingstrauch fast in ganz Europa an Gartenhäusern, Schattenlauben, Veranden 2c. und wird hier zu Lande wohl hauptsächlich wegen des üppigen Laubwerkes cultivirt, wenngleich die tabakpfeifenkopfähnlichen Blüthen die neugierige und auf das Absonderliche gerichtete Jugend vielleicht noch mehr interessiren, als die herrlichen, breitherzförmigen Blätter.

Für diejenigen unserer Leser, denen die einheimische, minder auffällige und weniger beliebte Aristolochia Clematidis nicht bekannt ist, haben wir in Fig. 43 das Habitusbild eines blühenden Zweiges von der gemeinen Osterluzei gegeben.

Der unterirdisch kriechende, ausdauernde Wurzelstock treibt einige wenige oder zahlreiche, nicht schlingende, sondern steif in die Höhe wachsende, unverzweigte, gefurchte Stengel, die 30—50 Centimeter hoch werden und an den Gelenken, wo die Blätter entspringen, verdickt sind. Die langgestielten kahlen Blätter sind breit, dreieckig-herzförmig, 4—6 Centimeter lang und 6—10 Centimeter breit, am Grunde tief ausgeschnitten und stehen einzeln an den Stengelknoten.

An den obern Stengeltheilen finden sich in der Achsel jedes Blattes mehrere gestielte, grünlich-gelbe Blüthen von ganz eigenthümlichem Bau. (Vergl. Fig. 43 und 44.)

Der Blüthenstiel trägt an seinem obern Ende den keulenförmigen Fruchtknoten (Fig. 43 b und Fig. 44 A f f). Ueber dem unterständigen Fruchtknoten erhebt sich — von Außen betrachtet — die lange röhrenförmige Blüthenhülle, an der wir drei wesentlich

verschiedene Theile unterscheiden können, nämlich die kesselförmig erweiterte Basis k (Fig. 44 A), dann das enge röhrenförmige Mittelstück r und endlich den obersten, trichterförmig erweiterten Schlund l, welcher den Eingang zur engeren Röhre darstellt. Die Blüthe steht zur Zeit, da sie sich öffnet, aufrecht, den füllhornartig erweiterten Eingang des Perigones dem Licht und den honigsuchenden Insekten exponirend. Sie scheidet auch einen eigenthümlichen, balsamischen, für die menschlichen Geruchsnerven nicht gerade angenehmen Duft ab, wodurch sie auf weitere Entfernungen für manche Insekten lockend wirkt.

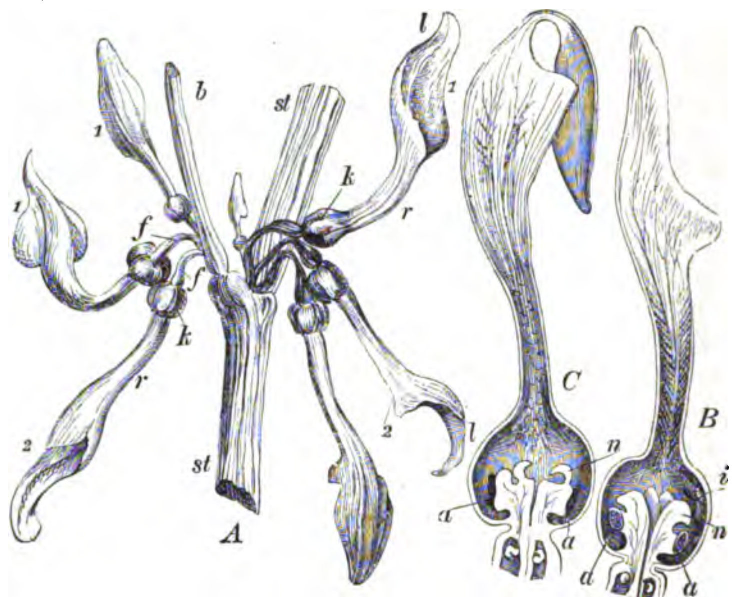


Fig. 44. Gemeine Osterluzei, **Aristolochia Clematidis.**

A — Stengelstück st mit einem Quirl unbefruchteter und befruchteter Blüthen. f f — Fruchtknoten. k k — kesselförmig erweiterte Basis der Perigonröhre. r r — mittlerer Theil des Perigons, eine enge Röhre darstellend. l — trichterförmiger Eingang zur Perigonröhre.
B — Einzelne Blüthe während der Befruchtung durch das gefangene Insekt i; die einwärts gerichteten Haare der engen Röhre versperren dem Insekt den Ausgang.
C — Einzelne Blüthe nach der Befruchtung. Die Haare in der engen Röhre sind eingetrocknet und die Insekten wieder aus der Gefangenschaft befreit.

Die Befruchtung dieser Blumen erfolgt auch einzig und allein durch kleine mückenartige Insekten; eine Selbstbestäubung ist hier in allen Fällen unmöglich und wenn wir das Schicksal dieser kleinen Mücken, welche der Osterluzei die größten Liebesdienste zu erweisen haben, etwas genauer in's Auge fassen, so möchten wir geneigt sein, dieser Aristolochia-Art bösartigen Muthwillen zuzuschreiben, mit dem sie an ihren kleinen Wohlthätern manchen raffinirten Schabernack ausübt. In der That ist die Osterluzei eine recht heimtückische Pflanze, welche die Bestäubung vermittelnden Insekten mit Farbe und Duft anlockt, um sie während langer Stunden in Gefangenschaft zu behalten. Die Reihenfolge der Vorgänge gestaltet sich folgendermaßen: Eine kleine mückenartige Fliege folgt dem lockenden Blumenduft und setzt sich am Rande des trichterartigen Einganges l, um von da an abwärts durch die enge Perigonröhre r zur Quelle des Genußmittels zu gelangen. Jene enge Röhre unterhalb des trichterförmigen Schlundes trägt aber auf der Innenwand eine Menge von dicken, steifen Haaren, die alle abwärts gegen den Kessel k geneigt sind, sich aber leicht nach Rechts und Links bewegen lassen, da sie an ihren Anwachsungsstellen wie in Gelenken beweglich erscheinen. Die kleinen Insekten gelangen ohne große Mühe zwischen dem Dickicht dieser abwärts

gerichteten Haare vorbei und betreten nun den kesselartig erweiterten Raum k, welchen die Basis der Perigonröhre bildet. Hier können sie sich nun als Gefangene so lange herumtreiben, bis ihnen durch die Entfernung der Haare im engen Röhrentheil der Ausgang gestattet wird. So lange dieses nicht geschieht, bleibt der kesselförmige Basaltheil des Perigons ein fischreusen-artig abgeschlossenes Gefängniß für alle jene kleinen Insekten, welche den behaarten Röhrentheil passirten, um hier unten, im Grund der Blume, zu naschen. Die Gefangenschaft wird einige Stunden andauern. In dieser Zeit findet gewöhnlich die Fremdbestäubung an der empfängnißfähigen Narbe statt. Der Kessel enthält nämlich die mit einander zu einem kopfartigen Gebilde verwachsenen Geschlechtstheile: eine sechsstrahlige Narbe, die beträchtlich früher empfängnißfähig ist, als die seitlich mit ihr verwachsenen Staubbeutel sich öffnen. (Vergleiche in Fig. 43 c die von Oben gesehene sechsstrahlige Narbe, und in Fig. 44 B und C die Narbenlappen n n und die Staubbeutel a a.) Kommt nun ein mit Pollen aus einer andern Aristolochia-Blüthe behaftetes Insekt in Gefangenschaft, so wird es — ängstlich den ganzen Kesselraum durcheilend — gelegentlich den fremden Blüthenstaub an der empfängnißfähigen Narbe abstreifen und somit Bestäubung vermitteln. In Folge der letztern bewegen sich die lappenartigen Gebilde n n an der Narbe aufwärts und erst jetzt öffnen sich die Staubbeutel a a in der nächsten Nähe, also nachdem die Fremdbestäubung bereits vollzogen ist. Die Narbe verändert sich derart, daß nun eine nachträgliche Selbstbestäubung gar nicht mehr stattfinden könnte. Wohl aber entleeren nun die Staubbeutel ihren Pollen derart, daß die kleinen Gefangenen bei ihren Bewegungen leicht mit demselben in Berührung kommen und damit ihren haarigen Körper behaften. Mittlerweile vertrocknen nun auch die steifen Haare im engen Halstheil r des Perigones (vergl. Fig. 44 C mit B); das Gefängniß verliert seinen reusenartigen Charakter, die mit Pollen behafteten kleinen Fliegen können den Kessel wieder verlassen und — zu einer andern Blume eilend — anderswo wieder Fremdbestäubung vermitteln. Nach der Befruchtung krümmt sich der Blüthenstiel derart, daß die Blume abwärts gerichtet erscheint, wie wir dies in Fig. 44 A bei den Blüthen 2, 2, 2 angedeutet sehen.

Es ist bis zur Stunde noch nicht ermittelt, welche Leckerbissen den kleinen Gefangenen in der Aristolochia-Blüthe verabreicht werden. Wohl aber ist gewiß, daß sich diese mückenartigen Fliegen durch einmalige Gefangenschaft nicht abhalten lassen, zum zweiten und dritten Mal ähnliche Blumen zu besuchen; denn sie sind die einzigen Bestäubungsvermittler, und da diese Bestäubung eben erst nach dem Besuch von mindestens zwei Blumen eintreten kann, weil sie eine Fremdbestäubung sein muß, so läßt sich aus der Thatsache, daß die meisten Blüthen der Osterluzei Samen bilden, ein Rückschluß ziehen auf die — Dummheit der zwei oder mehrere Mal in Gefangenschaft gerathenen Insekten.

Hermann Müller, der die meisten deutschen Pflanzen auf ihre Bestäubungs-Einrichtungen untersuchte, schlägt vor, solche Blumen, welche, wie die gemeine Osterluzei, die sie besuchenden und bestäubenden Insekten längere Zeit in einem größern Käfig gefangen halten, Kesselfallen-Blumen zu nennen. Aristolochia Clemaditis gehört zu den vollkommensten dieser Kategorie und mit Recht ist die Darstellung der Bestäubungs-Vorgänge der Osterluzei in mehrere der neuesten botanischen Lehrbücher aufgenommen worden.

6. Das dreifarbige Veilchen. Viola tricolor.

Ein Unkraut auf Aeckern und wüsten Stellen, ist das dreifarbige Veilchen oder Stiefmütterchen wohl den meisten Landleuten bekannt und wohl weniger geliebt, als die vielen großblumigen Spielarten des Ackerveilchens, die wir unter dem Fremd-Namen „Pensées" zu Stadt und Land in allen Gärten antreffen. Gerade diese Zierpflanzen, an denen die züchtende Hand des Gärtners Wunder bewirkt hat, verleugnen recht auffällig ihre verachteten Stamm-Eltern, eben die unscheinbaren Acker-Veilchen, die sie in Blumengröße und Farbenpracht um das Mehrfache übertreffen. Und gewiß würde mancher Blumenfreund, dem von dieser niedrigen Abstammung der „Pensées" Nichts bekannt ist, uns mit einem categorischen „unmöglich!" antworten, wenn wir die Stammpflanze in ihrer Unscheinbarkeit und Bescheidenheit neben ihre cultivirten luxurirenden Töchter hinstellten und erklären wollten, daß zwischen beiden Formen das Verhältniß von Vorfahre und Nachkommen bestehe. Wir wüßten auch im ganzen Pflanzenreich kein frappanteres Beispiel, um den colossalen Unterschied zu demonstriren, der zwischen Stammpflanze und Abkömmling sich geltend machen kann und so laut und mächtig für die Descendenz-Lehre spricht.

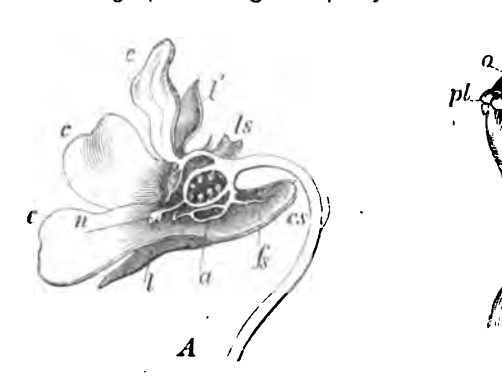


Fig. 45. Das dreifarbige Veilchen, Ackerveilchen, Stiefmütterchen, **Viola tricolor.**

A. Senkrechter Durchschnitt durch eine Blüthe der großblumigen Varietät, um die Einrichtungen zur Fremdbestäubung zu zeigen.
c, c, c — Kronblätter. l und l' — Kelchblätter.
n — Narbenkopf. a — Anthere (Staubbeutel).
fs — stabförmiger Staubblatt-Anhang, welcher Honig absondert, der sich im hohlen Sporn cs sammelt.
ls — grüner Anhängsel eines oberen Kelchblattes.

B. Der obere Theil des Fruchtknotens fk mit dem Griffel gr, der oben in ein hohles Gebilde, den sogen. Narbenkopf endiget. o — Oeffnung am Narbenkopf.
pl — lippenartiges Anhängsel am untern Rand der Narbenöffnung. (Stark vergrößert.)

Von Viola tricolor existiren in der freien Natur zwei verschiedene Varietäten: eine kleinblumige und eine großblumige.

Die kleinblumige Varietät (V. tricolor var. arvensis) besitzt kleine weiße Blüthen, nur das unterste Kronblatt ist am Grunde orangegelb.

Die Blüthen der großblumigen Varietät sind kurz nach dem Oeffnen ebenso gefärbt, wie diejenigen der kleinblumigen Abart; allein sie wachsen nachträglich noch zur mehrfachen Größe heran und färben sich nach und nach violett oder blau. Im Uebrigen variirt die Farbe der großblumigen Ackerveilchen beträchtlich — bald dominirt mehr Blau, bald mehr Gelb, bald die weiße Farbe. Allen großblumigen Formen des Ackerveilchens kommt die Eigenthümlichkeit zu, daß sie ohne Insektenbesuch nicht befruchtet werden und keine Samen bilden. Dasselbe gilt von den vielen Spielarten der Culturvarietät, welche als „Pensée" in unsern Gärten zu treffen ist.

Die Einrichtungen zur Fremdbestäubung beim großblumigen Stiefmütterchen und bei unseren Pensées sind so „sinniger" Art, daß wir hinter dem Werkmeister dieser Blumen einen genialen Tausendskünstler vermuthen möchten, wenn wir nicht wüßten, daß auch diese „zweckmäßigen" Einrichtungen nichts Anderes sein können, als das Product der natürlichen Zuchtwahl im Kampf um's Dasein. Die Bienen und Hummeln und Schmetterlinge haben unbewußt diese Veilchen großgezogen.

Ein senkrechter Längsschnitt durch die Blüthe (Fig. 45 A) zeigt uns im Centrum der Blume, direkt über dem gekrümmten Blüthenstiel, den eiförmigen Fruchtknoten mit den langgestielten Samenknospen im dunkeln Hohlraum. Der Fruchtknoten (fk in B) trägt am Scheitel den eigenthümlich gekrümmten und nach Oben keulig verdickten Griffel gr, der oben in ein hohles, kopfartiges Gebilde (n in A), den sogen. Narbenkopf endiget. Dieser letztere ragt etwas aus der Mitte der geöffneten Blüthe heraus und besitzt auf seiner untern Seite, die dem rinnenförmigen Eingang zum Honigsporn zugekehrt ist, eine mundartige Oeffnung (o in B), in welche der Blüthenstaub gelangen muß, wenn Befruchtung stattfinden soll. Am untern, hintern Rand der Narbenöffnung o findet sich ein lippenartiges Anhängsel pl, dem bei der Einrichtung zur Fremdbestäubung die größte Bedeutung zukömmt: es ist ein Meisterstück der Naturzüchtung, einfach in seinem Bau, unfehlbar in seinen Funktionen.

Die fünf Staubblätter der Veilchen-Blüthe sind kurz gestielt, fast sitzend und stehen rings um den Fruchtknoten herum, den obern Theil desselben bedeckend und mit ihren scheitelständigen Anhängseln zusammen einen Hohlkegel bildend, der den Griffel rings umgibt. Es sind aber nur die Antheren der zwei untern, dem Eingang zum Honigsporn nächstliegenden Staubblätter fruchtbar, d. h. pollenbildend, während die Antheren der drei übrigen Staubblätter steril bleiben. Jedes der zwei fruchtbaren Staubblätter bildet nach Hinten einen stäbchenartigen Fortsatz (fs in Fig. 45 A); diese beiden Gebilde, welche in den hohlen Sporn der Veilchenblüthe hineinragen, sondern Honigsaft ab; sie sind also die eigentlichen Nectarien, während der hohle Sporn — ein Anhängsel des untersten Blumenblattes — als Saftbehälter fungirt.

Von den fünf Blumenblättern des Stiefmütterchens und der Pensées ist das unterste ganz auffällig dem Besuch langrüsseliger Insekten angepaßt. Bekanntlich zeigen die meisten Veilchenblüthen auf ihren Kronblättern gegen die Mitte der Blume verlaufende farbige Linien, welche den Insekten den Weg zum Honigbehälter zeigen und darum in ihrer Gesammtheit „Saftmal" oder „Saftzeichen" genannt werden. Alle diese Linien convergiren gegen eine helle Stelle des untersten Blumenblattes, welch letzteres sich nach Hinten, am Geschlechts-Apparat vorbei, in den oben erwähnten Honigsporn, den hohlen Saftbehälter, fortsetzt. Eine enge Rinne führt vom breiten Vordertheil des untersten Blumenblattes aus nach Hinten, an den blüthenstaubbildenden Antheren vorbei zum Nectar. Der Eingang zu dieser Rinne wird vom dicken Narbenkopf verschlossen.

Nach dieser ziemlich detailirten Beschreibung der Veilchenblüthe dürfte es dem Leser mit Hülfe unserer Abbildungen in Fig. 45 ein Leichtes sein, die Vorgänge der Fremdbestäubung bei Insekten-Besuch zu verstehen. Hildebrand (und nach ihm auch Hermann Müller) beschreibt dieselben ungefähr folgendermaßen: Wenn ein Insekt — von der Farbe der Blumenblätter angelockt und von den convergirenden Linien des Saftmales geleitet — den langen Rüssel in die Blüthe steckt, um zum Sporn zu gelangen, in welchen aus den stäbchenförmigen Nectarien (fs) der zwei fruchtbaren

Staubblätter der Honigsaft abgeschieden wird, so geschieht dies an der Stelle, wo die Narbenlippe (pl in Fig. 45 B) dem untern Blumenblatt aufliegt; diese wird durch den Stoß des Insektes noch weiter nach dem Sporn der Blüthe zu umgebogen, außerdem wird zugleich der ganze Narbenkopf wegen einer eigenthümlichen Befestigung des Griffels an dem Fruchtknoten (Fig. 45 B) nach Oben gedrückt; der Insektenrüssel streift nun durch die Rinne des untern Blumenblattes (unterhalb a in Fig. 45 A) hindurch, in welcher der Pollen, aus den Staubbeuteln (a in Fig. 45 A) gefallen, liegt, und erhält so einen Theil davon angestrichen. Zieht das Insekt darauf, nachdem es den Honigsporn entleert, seinen Rüssel zurück, so wird dadurch die Lippe des Narbenkopfes nach Oben und Außen gedrückt und zwar so, daß die Oeffnung des Narbenkopfes, welch' letzterer mit einer Flüssigkeit erfüllt ist, damit zum Theil verdeckt wird, wenigstens derart, daß von dem am Rüssel haftenden Pollen Nichts in die Narbenhöhle gelangen kann. Fliegt nun das Insekt zu einer folgenden Blüthe, so verursacht es dort dieselben, soeben beschriebenen Bewegungen in den Theilen, aber auch nunmehr die Bestäubung der Narbe dieser zweiten Blume mit dem Blüthenstaub der ersten Blüthe: beim Eintritt des Rüssels in die zweite Blüthe wird der an ihm haftende Pollen gegen die Lippe des Narbenkopfes gestrichen und bleibt dort am obern, innern Theil der Lippe, d. h. gerade an der empfängnißfähigen Stelle hängen. Bei dem Rückzug des Rüssels darauf wird die Lippe nun in die Höhe gedrückt und so der vorhin dort abgestreifte fremde Pollen in die Narbenhöhle hineingepreßt, in welcher er sehr leicht durch die darin befindliche klebrige Flüssigkeit festgehalten wird. —

Es leuchtet sofort ein, daß hier die Anpassung an die Fremdbestäubung, die Einrichtung zur Vermeidung der Selbstbestäubung an Vollkommenheit grenzt. Durch sorgfältige Experimente ist auch nachgewiesen, daß bei den großblumigen Stiefmütterchen, wie bei unsern Garten-Pensées ohne Insektenhülfe keine Bestäubung, keine Befruchtung, keine Samenbildung stattfindet; denn blühende Veilchenstöcke dieser Varietäten setzen keine Früchte an, wenn wir sie durch eine Glasglocke oder durch ein Netz von feiner Gaze gegen Insektenzutritt sichern. Die einzelnen Blumen dauern in diesem Falle viel länger an, ehe sie verwelken, als wenn man sie nicht vor Insekten schützt.

Dagegen hat Hermann Müller entdeckt, daß die kleinblumige Varietät des Stiefmütterchens sich selbst bestäubt und ohne Insektenhülfe befruchtet wird. In diesen Blumen fehlt aber jene Lippe, wie wir sie am Narbenkopf der großblumigen Form antreffen: die Narbenöffnung liegt in den kleinen Blüthen derart, daß der von den Staubbeuteln entleerte Pollen gerade in die Oeffnung hineinfallen muß und auch in der Regel hineinfällt. Selbstbestäubung wird hier also ermöglicht durch das Wegfallen eines kleinen, unscheinbaren Anhängsels am Empfängnißorgan. Wir sehen, daß es seine Richtigkeit hat: „Die Haare eures Hauptes sind alle gezählt". Indessen wird auch die kleinblumige Varietät des Stiefmütterchens von verschiedenen Insekten besucht; Fremdbestäubung ist keineswegs ausgeschlossen, und es ist anzunehmen, daß sie in der freien Natur auch bei dieser Varietät von Zeit zu Zeit eintritt. —

Bei manchen Veilchen-Arten, die durch Bienen und Hummeln bestäubt werden, finden sich an der Basis der zwei seitlichen Blumenblätter in der Nähe des Blüthenmittelpunktes Haare, welche den, in der Regel von Oben saugenden Insekten zum Festhalten während ihrer überhängenden Saugstellung dienen. Die meisten Veilchen-Arten des Tieflandes sind den Hummeln und Bienen angepaßt. In den Alpen dagegen gibt es Formen, welche nur von langrüsseligen Schmetterlingen bestäubt werden; diese Alpenveilchen haben nämlich einen langen Sporn, so z. B. die großblumige Viola calcarata, welche vorwiegend von dem in unserer Tafel VI bei der Berglilie dargestellten Taubenschwanz besucht und bestäubt wird. Andererseits gibt es kurzbespornte Veilchen (Viola biflora), die fast ausschließlich von (kurzrüsseligen) Fliegen besucht und befruchtet werden.

7. Die Schwertlilien (Iris).

Jedermann zur eigenen Beobachtung zugänglich, zeigen die Schwertlilien-Arten auf's Deutlichste, wie in manchen zwitterigen Blumen, wo die beiderlei Geschlechtsorgane ganz normal entwickelt sind und gleichzeitig ihr Reifestadium erreichen, ohne fremde Beihülfe niemals Befruchtung eintreten könnte, obschon die beiderlei Organe unmittelbar nebeneinander liegen.



Fig. 46. Die weiße, florentinische Schwertlilie. (Iris florentina.)

a — mittlere Figur — Oberer Theil des Stengels mit einer geöffneten Blüthe.
b — Unterer Theil desselben Stengels mit den schwertförmigen Blättern und dem Rhizom.
c — Ein Narbenblatt und das darunter liegende, von jenem dachförmig geschützte Staubblatt.
a und b — verkleinert, c in natürlicher Größe.

Fast alle Gegenden Europa's besitzen Repräsentanten der Gattung Iris. In Deutschland und der Schweiz dürfte die gelbe Wasser-Schwertlilie (Iris Pseud-Acorus) am häufigsten sein; sie findet sich hier auf nassen Wiesen, an Teichufern, Gräben, Bächen und Flüssen — eine graziöse Erscheinung mitten unter dem Gesindel von Schneid- und Rietgräsern ihrer Standorte. Weniger häufig findet sich die sibirische Schwertlilie in unseren Gegenden, aber wo sie sich erhalten hat, da treffen wir sie auch meist in großen Gesellschaften beisammen; so prangen die Sumpfwiesen bei Altstetten (unweit Zürich) jeden Mai im Schmuck der tausend und abermal tausend himmelblauen Blumen von Iris sibirica. Etwa zehn andere Arten von Schwertlilien finden sich zerstreut über Deutschland, Oesterreich, Böhmen und Südeuropa. Manche von ihnen sind seit Alters her beliebte Zierpflanzen unserer Blumengärten; so die blaue deutsche Schwertlilie (Iris germanica), die Zwerglilie (I. pumila) und die weiße florentinische Schwertlilie (Iris florentina), die wir in Fig. 46 abgebildet sehen. Sie ist uns und wohl manchem unserer Leser ein alter Bekannter aus den Tagen unserer Kinderzeit, da wir sie jeweilen um Pfingsten fast in allen Ziergärten unseres ländlichen Heims in ihren herrlichen Blüthen prangen sahen.

Bei allen Schwertlilien sind die drei äußeren blumenkronartig entwickelten Perigonblätter mit ihrem obern Theil nach Außen oder gar abwärts gebogen und über ihrer Biegung meist mit einem Bart fleischiger Fasern geziert (Fig. 46 a, oben die offene Blüthe). Die drei innern, mit den äußern alternirenden Perigonblätter stehen dagegen mehr oder weniger schief bis aufrecht in die Höhe. In unserer Figur sind sie nach Oben gegen einander gewölbt, so daß sie ein schützendes Dach über dem mittleren

Theil der Blume bilden. Sämmtliche sechs Perigonblätter sind nach Unten in eine Röhre verwachsen, die in ihrem Grund den Honigsaft birgt. Aus dem Grund der Röhre erhebt sich — über dem Fruchtknoten — der Griffel, welcher nach Oben sich in drei zungenförmig verbreiterte, blumenblattartig gefärbte Narbenblätter theilt. Diese letzteren, c in Fig. 46, divergiren derart, daß je ein Narbenblatt über die Mittelrippe eines äußeren Perigonblattes zu liegen kommt. Jedes der drei auf der Ober- oder Innenseite convex gewölbten Narbenblätter deckt dachartig je ein Staubblatt (c Fig. 46), das sich nach Unten öffnet und also auswärts den Pollen entleert. Als Narbe, wohin der befruchtende Pollen gelangen muß, functionirt die Oberseite des kleinen Blättchens, welches am vorderen, äußeren Ende unter jedem der drei Narbenblätter vorspringt. (Vergl. Fig. 46, wo bei c am obern Ende des dargestellten Narbenblattes das in zwei Theile zerschlitzte Blättchen dargestellt ist.)

Bei dieser Lage der sich öffnenden Staubblätter und der empfängnißfähigen Narbenstellen in diesen zwitterigen Blumen muß sofort einleuchten, daß eine Befruchtung der Blume ohne mechanische Hülfe von Außen gar nicht gedenkbar ist. Die Schwertlilie kann sich nicht selbst befruchten, sondern sie ist auf den Liebesdienst der Insekten angewiesen. Schon Konrad Sprengel hat am Ende des vorigen Jahrhunderts auf diesen Umstand aufmerksam gemacht und Hermann Müller hat in neuester Zeit gezeigt, welche Insekten die Schwertlilien zu besuchen gewohnt sind und welche Insektenarten beim Honiglecken die Uebertragung des Pollens vom Staubbeutel aus auf die mit Papillen bedeckte empfängnißfähige Stelle der Narbenblätter vermitteln. In der Regel findet eine Bestäubung der Narbe nur dann statt, wenn ein hinlänglich großes Insekt, dessen Rückentheil bereits schon einmal ein geöffnetes Staubblatt irgend einer Schwertlilien-Blüthe gestreift hat, beim Vordringen zum verborgenen Honig seinen mit Pollen behafteten Rücken mit den Papillen der Narbenblättchen in Berührung bringt. Dies geschieht in der That z. B. bei vielen Blüthen der gelben Wasser-Schwertlilie durch Hummeln (Bombus agrorum, Bombus hortorum und B. Rajellus). Dort fliegen, wie Hermann Müller beobachtete, die Hummeln auf eines der großen umgebogenen, äußeren Perigonblätter an und schreiten unter dem Narbenblatte nach den Honig-Zugängen, wobei sie zuerst die Narbe, dann das Staubgefäß mit dem Rücken streifen. Da jedem der drei äußeren Perigonblätter, auf denen Hummeln abzusitzen pflegen, tief in der Blumenröhre ein besonderer Honigbehälter entspricht, so haben die honigleckenden Insekten drei Mal ihre Lage zu wechseln, ehe sie die Trinkhalle einer Blüthe ganz geleert haben. Würde sich die Hummel nach der Ausbeutung des ersten Nectarium ganz aus dem Grund der Blüthe zurückziehen, um hernach zum zweiten Nectariums in gleicher Weise wie beim ersten vorzudringen, so müßte der Fall eintreten, daß das zweite Narbenblatt mit dem Pollen des ersten Staubblattes bestäubt würde; denn beim Rückzug des Insektes aus dem ersten Nectarium kommt sein Rücken mit dem Blüthenstaub der ersten Anthere in Berührung. Den von letzterer herrührenden Pollen kann es wohl zum Theil an das auf dem Rückweg gestreifte erste Narbenblättchen abgeben; aber letzteres wird hiebei nicht wirksam bestäubt, da die Narbenpapillen so gestellt sind, daß sie nur beim Eindringen in die Blüthe, nicht aber beim Rückzug des Insektes gestreift werden. Der dem Insekt noch auf dem Rücken anhaftende übrige Theil des Pollens, vom ersten Staubblatt herrührend, müßte nun aber beim zweiten Narbenblatt zur Abstreifung kommen. Und würde die Hummel

auch beim zweiten Nectarium sich wieder vollständig aus dem Blüthengrund zurückziehen, um in gleicher Weise zum dritten Honigbehälter zu gelangen, so würde das dritte Narbenblatt vom Pollen des zweiten Staubblattes bestäubt, während dagegen der Blüthenstaub der dritten Anthere erst auf einer andern Blüthe zur Verwendung kommen könnte, wie ja auch die zuerst besuchte Narbe nicht vom Pollen der eigenen, sondern nur vom Blüthenstaub einer zuvor von der Hummel abgesuchten andern Blume befruchtet werden konnte. In diesem Fall würde also jeweilen nur ein Drittel der Narbe mit fremdem Pollen bestäubt, während die beiden andern Drittel Selbstbestäubung erlitten. Es ist zu vermuthen, daß dieser Fall bei der einen oder andern Schwertlilien-Art in Wirklichkeit eintritt; aber da wir wissen, daß der Pollen einer fremden Blüthe fast durchwegs wirksamer und energischer wirkt, als der eigene, so müßten wir — zahlreiche Insektenbesuche einer und derselben Blüthe vorausgesetzt, annehmen, daß doch in der großen Mehrzahl der Fälle die Samen durch Fremdbestäubung erzeugt werden.

Nun hat aber H. Müller gezeigt, daß die Hummeln sich nach der Entleerung des ersten der drei zu besuchenden Nectarien nicht ganz aus dem Blumengrund zurückziehen, um nachher auf ein zweites Perigonblatt derselben Blüthe zu fliegen, sondern daß diese klugen Thiere den Weg abzukürzen verstehen, indem sie sofort, nachdem sie den Honig des ersten Nectariums gesaugt, mit den Beinen seitwärts nach einem der beiden andern äußern Perigonblätter hinübergreifen, dasselbe erklimmen, sich unter das gewölbte Narbenblatt drängen und da von Neuem die honigführenden Röhrentheile entleeren. Nachdem sie auf dieselbe Weise unter das dritte Griffelblatt gelangt sind und auch das dritte Nectarium entleert haben, fliegen sie auf eine andere Blume und verfahren auf derselben in gleicher Weise. Sie bewirken, in dieser Weise verfahrend, natürlich nur Fremdbestäubung.

Auffallend ist die von H. Müller entdeckte Thatsache, daß unsere gelbe Wasser-Schwertlilie (Iris Pseud-Acorus) in zwei verschiedenen Formen vorkommt, von denen sich die eine vorwiegend an die Bestäubung durch Hummeln, die andere dagegen sich an den Besuch einer Kegelfliege (Rhingia rostrata) angepaßt hat. Eine kleine Differenz im Oeffnungswinkel der verschiedenen Blumenblätter genügt, um diesem oder jenem Insekt den Weg zum Honigbehälter zu öffnen oder aber zu sperren. Die Wechselbeziehung zwischen Honignäscher einer- und Blumenform andererseits gibt sich auch bei den Schwertlilien unbestreitbar und deutlich zu erkennen.

8. Der gemeine Wegdorn. (Rhamnus cathartica L.)

Die vorstehend behandelten sieben ersten Beispiele umfassen durchweg solche Pflanzen, deren Blüthen zwitterig, d. h. mit fruchtbaren Staubblättern, wie mit empfängnißfähigen Narben und samenbildenden Fruchtknoten ausgestattet sind. Sie repräsentiren also den Typus der bedecktsamigen Gewächse, die in ihrer großen Mehrzahl Zwitterblüthen bilden. Auch die meisten Wegdorn-Arten (Rhamnus) sind mit hermaphroditen Blüthen ausgestattet und bei einigen ist bereits die der Fremdbestäubung günstige Anordnung der Blüthentheile hinreichend erforscht.



Fig. 47. Der gemeine Wegdorn, Rhamnus cathartica.

a. Ein Zweig mit reichlichen Inflorescenzen.
b. Eine männliche Blüthe. c — eine weibliche Blüthe.
d. Beerenfrucht von Außen gesehen.
e. Beerenfrucht, an welcher durch Entfernung der obern Hälfte des saftigen Fruchtfleisches die harten Samen bloßgelegt sind.

Da alle Rhamnus-Arten ohne Zweifel von einem einzigen Stammvater mit zwitterigen Blüthen herrühren, so ist es nicht auffallend, daß die meisten noch jetzt lebenden Wegdorn-Species ebenfalls Hermaphroditen sind. Hievon macht nun aber der gemeine Wegdorn, Rhamnus cathartica, eine interessante Ausnahme (Fig. 47 und 48.). Dieser glattberindete Strauch, der häufig mit Dornen (steifen, verkümmerten Zweigen) ausgestattet ist, bildet nämlich zweierlei Blüthen, von denen man jede einzelne — für sich betrachtet — wohl zwitterig nennen möchte, wenn sich nicht bei genauerer Vergleichung herausstellen würde, daß in den einen Blüthen der Fruchtknoten sehr groß (Fig. 48 b), die Staubblätter dagegen sehr klein, in den andern Blüthen (Fig. 48 a) gerade umgekehrt: der Fruchtknoten sehr klein, die Staubblätter aber relativ groß sind.

Diejenigen Blüthen, welche große Staubblätter, aber einen kleinen Fruchtknoten besitzen, vermögen nur reifen Blüthenstaub zu bilden, während Fruchtknoten und Griffel functionsunfähig, also steril bleiben. Wir müssen solche Blüthen als männliche bezeichnen (Fig. 48 a).

Die andern Blüthen aber, welche einen großen Fruchtknoten und einen kurzen Griffel mit vierästiger Narbe, dagegen nur ganz kleine Staubblätter bilden (Fig. 48 b), bringen keinen Blüthenstaub hervor, wohl aber entwickelt sich der Fruchtknoten nach der Bestäubung zu einer normalen Frucht. Hiebei sind also die männlichen Organe functionsunfähig und nur die weiblichen Theile fertil. Wir nennen solche Blüthen schlechtweg weibliche.

Es leuchtet ein, daß sich der gemeine Kreuzdorn mit seinen zweierlei Blüthen nur dann durch Samen fortpflanzen kann, wenn der Blüthenstaub aus den männlichen Blüthen durch Insekten hinübergetragen wird auf die empfängnißfähigen Narben der weiblichen Blüthen, welche nicht auf denselben Pflanzen wie die männlichen, sondern getrennt von diesen, auf besonderen Stöcken vorkommen. Eine Selbstbefruchtung ist somit, wie bei allen zweihäusigen Pflanzen absolut unmöglich. Wenn also — bildlich zu reden — die Natur einen Abscheu vor der Vereinigung zu nahe verwandter Geschlechtszellen empfindet, so hat sie bei der Entwicklung der Blumenwelt in der Trennung der Geschlechter auf verschiedene Pflanzen-Individuen das radikalste Hinderniß gegen die Selbstbefruchtung geschaffen. In der That gibt es noch eine beträchtliche Anzahl von bedecktsamigen Gewächsen, die mit diesem probatem Hinderniß gegen Selbstbestäubung ausgestattet sind; wir erinnern an den Hanf (Cannabis), die Brennnessel (Urtica doica), an die Weiden (Salix-Arten). Aber bei genauerer Prüfung

ergibt sich, daß die Trennung der Geschlechter auf verschiedene Pflanzenindividuen bei den höhern Gewächsen nicht die vollkommenste Einrichtung ist, die sich denken läßt; denn in vielen Fällen wird die Befruchtung der weiblichen Blüthen gar nicht stattfinden, auch wenn die Insekten solche Blumen besuchen, z. B. dann, wenn die Honignäscher der Reihe nach erst die weiblichen und dann — erst später — die männlichen Blüthen frequentiren, während bei Zwitterblüthen viel häufiger die Befruchtung durch honigsuchende Insekten vermittelt wird, eben weil letztere in der Regel bei jedem Blumenbesuch mit beiderlei Organen, mit männlichen und weiblichen in Berührung kommen.

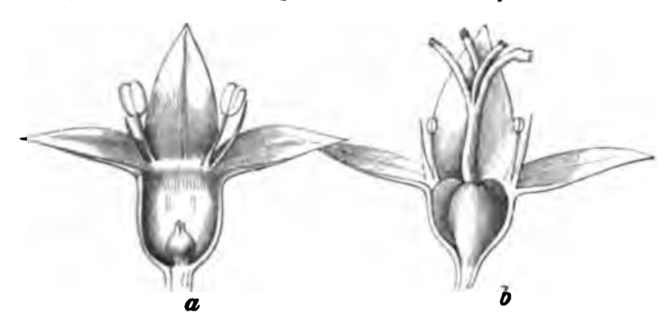


Fig. 48. Die der Länge nach halbirten beiderlei Blüthen des gemeinen Wegdornes.
a. Männliche Blüthe mit verkümmertem Fruchtknoten.
b. Weibliche Blüthe mit verkümmerten Staubblättern.
(Nach Hildebrand.)

Warum nun aber der gemeine Wegdorn abweichend von seinen Schwesterarten der Gattung Rhamnus vom Hermaphroditismus zur Zweihäusigkeit (Dioecie) übergegangen ist, also eine anscheinend vollkommenere Einrichtung verlassen hat und zu einer unvollkommenern Entwicklungsstufe zurückkehrte, das bleibt uns einstweilen noch ein Räthsel. Darwin hat überdieß gezeigt, daß bei Rhamnus cathartica bei genauerer Prüfung sogar vier Blüthenformen vorhanden sind, nämlich:

1) kurzgriffelige männliche Blüthen, mit sehr verkümmertem Fruchtknoten und Griffel, an dem die Narbe fehlt,
2) langgriffelige männliche Blüthen, mit etwas stärker entwickeltem, aber immer noch verkümmertem Fruchtknoten, der einen etwas längeren Griffel und eine deutliche Narbe trägt,
3) kurzgriffelige weibliche Blüthen, und endlich
4) langgriffelige weibliche Blüthen; in beiden letzteren Fällen sind die Staubblätter gleich stark verkümmert.

Diese eigenthümlichen, bei Rhamnus cathartica durchaus noch unerklärten Abänderungen in der Länge der Griffel führt uns naturgemäß zur Betrachtung einiger anderer Pflanzen-Arten, die in ihren Blumen ebenfalls Abänderungen in den Größenverhältnissen der Geschlechtsorgane zeigen, bei denen aber die Staubblätter sowohl als auch die Fruchtknoten und Griffel in einer und derselben Blüthe functionsfähig sind. Es sind also normale Zwitterblüthen mit ungleich langen Griffeln und Staubblättern. Hieher gehört:

9. Der gemeine Buchweizen. (Polygonum Fagopyrum.)

Diese Pflanze, zu den Knöterich-Gewächsen gehörend, wird in Deutschland und auch an den südlichen Alpen-Abhängen auf sandigem Boden als Nutzpflanze cultivirt

und ist ein Kraut, dessen ästiger Stengel 2—3 Fuß hoch wird, herz-pfeilförmige Blätter und reichblüthige weiße oder rosenrothe Inflorescenzen besitzt. Zur Zeit der Blüthe schimmern die Buchweizen-Felder weitherum wie blaßweiße oder röthliche Tücher und eine Unmasse von honigsuchenden Insekten schwärmt und summt lustig auf der mit zahllosen kleinen Blüthen bedeckten Cultur. Durch Geruch und reichliche Honigabsonderung bietet diese Pflanze dem Insektenheer eine reichgedeckte Tafel. Und in der That wird diese Pflanze von den mannigfaltigsten Kerbthieren besucht. H. Müller fand auf ihr an einem einzigen Tage nicht weniger als 16 verschiedene Hautflügler (Bienen, Hummeln und Verwandte), 21 verschiedene Zweiflügler (Fliegen und Consorten) und 4 verschiedene Schuppenflügler (Falter) mit Honigsuchen und Pollensammeln beschäftiget.

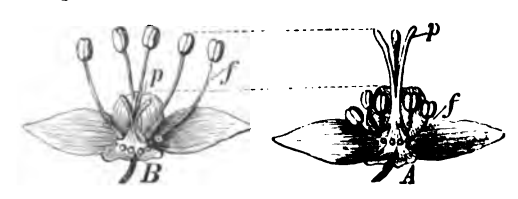


Fig. 49. Die beiderlei Blüthen des Buchweizens. Polygonum Fagopyrum.

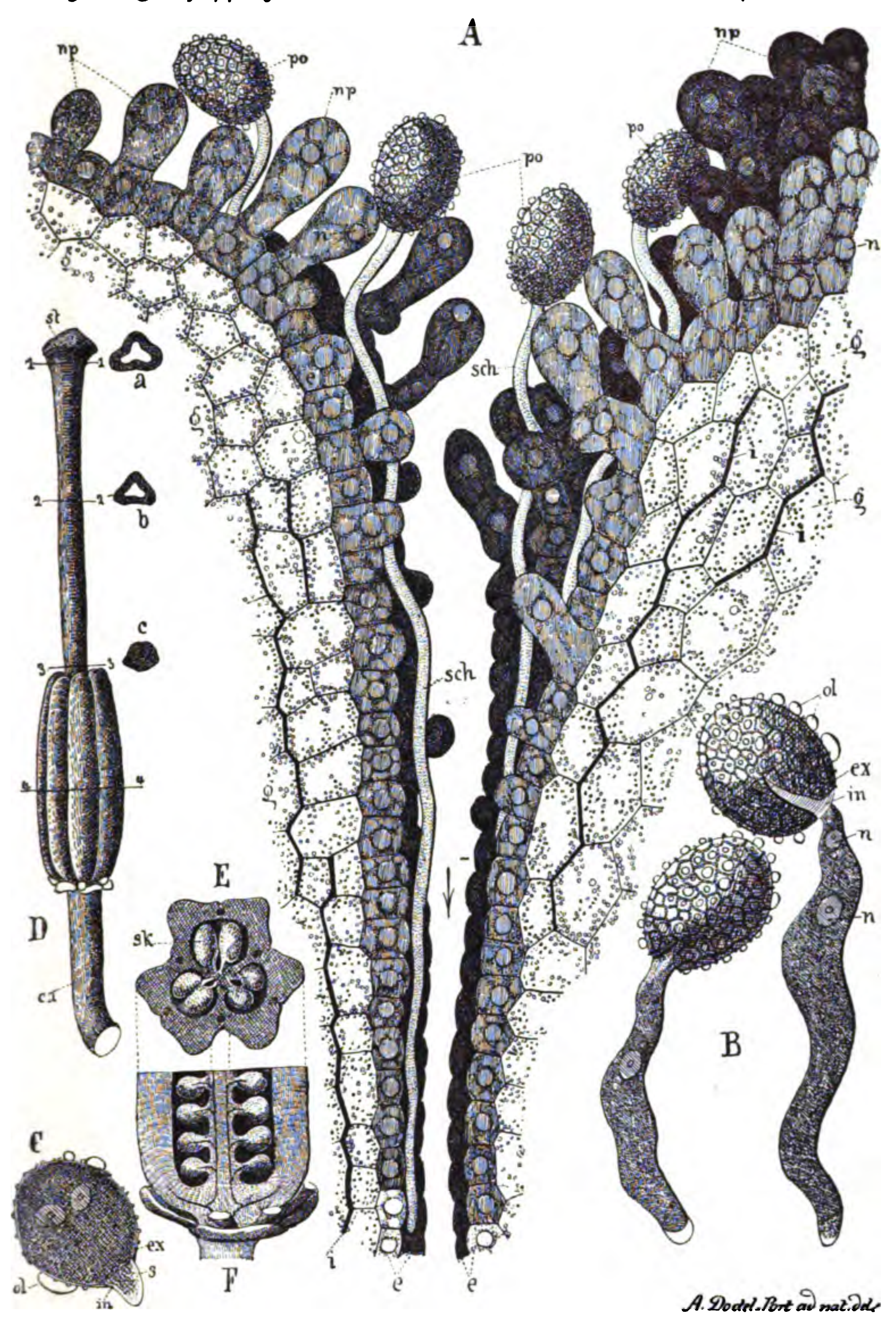
A — Die langgriffelige Blüthe, mit kurzen Staubblättern.

B — Die kurzgriffelige Blüthe, mit langen Staubblättern. (Nach Hildebrand.)

Auf den einen Stöcken bilden sich nun Blüthen mit langen Griffeln p und kurzen Staubblättern f in Fig. 49 A. Wir nennen sie die langgriffeligen Individuen.

Auf den andern Stöcken finden sich dagegen Blüthen mit kurzen Griffeln p und langen Staubblättern f in Fig. 49 B. Diese Form nennen wir die kurzgriffelige.

Nun hat sich durch Bestäubungsversuche der mannigfaltigsten Art herausgestellt, daß beim Buchweizen und andern Pflanzen mit verwandten Verhältnissen dann die meisten und die kräftigsten Samen gebildet werden, wenn der Blüthenstaub aus einer langgriffeligen Blüthe auf die Narben einer kurzgriffeligen, und umgekehrt, wenn der Pollen aus einer kurzgriffeligen Blüthe auf die Narben einer langgriffeligen Blüthe gebracht wird, d. h. wenn zwischen den kurz- und den langgriffeligen Blumen eine Wechsel-Bestäubung, eine Kreuzung stattfindet. Man nennt die Bestäubung in diesem Falle eine legitime, weil sie anscheinend von der Natur zur Vollkommenheit eines Gesetzes „angestrebt" wird. Andererseits hat sich ergeben, daß die Bestäubung einer langgriffeligen Blüthe durch ihren eigenen oder durch den Pollen einer andern langgriffeligen Blüthe weniger und schwächlichere Samen liefert, als bei Wechselbestäubung zwischen beiderlei Blüthen. Das Gleiche gilt von der Bestäubung der kurzgriffeligen Blüthen durch ihren eigenen Pollen oder durch den Pollen einer andern kurzgriffeligen Blüthe. Man nennt diese letzteren Bestäubungsarten die illegitimen, ungesetzlichen. Man kann sich auch kurz so fassen: Der Blüthenstaub aus langen Staubblättern wirkt am besten auf den Narben der langen Griffel und umgekehrt: der Pollen aus den kurzen Staubblättern wirkt dann mit dem größten Erfolg befruchtend, wenn er auf die Narben der kurzen Griffel gebracht wird, wie dies in Fig. 49 durch die punktirten Linien zwischen den Geschlechtsorganen der beiderlei Blüthen angedeutet ist. Nun leuchtet aber auch sofort ein, daß diese Bestäubungsart beim Buchweizen durch die rasch wechselnden Insektenbesuche sehr häufig, ja vielleicht häufiger eintreten muß, als die illegitime Bestäubung; denn das von Blume zu Blume schwirrende Insekt wird sehr häufig die Narben mit demjenigen Körpertheil berühren, der in den vorher besuchten Blüthen der andern Form mit den ähnlich gestellten Staubbeuteln in Berührung kam.



Keimschläuche von Pollenkörnern auf den bestäubten Narben der Türkenbund-Lilie.

10. Die Primeln.

Blumen des Frühlings und der Jugend, haben die Schlüsselblumen (Primula-Arten) schon lange die Aufmerksamkeit der Naturfreunde auf sich gezogen und die Sympathien der Floristen erworben. Manche Arten der Gattung Primula werden seit Jahrhunderten in verschiedenen Garten-Varietäten kultivirt. So kennt man die Garten-Aurikel nach A. Kerner schon seit drei Jahrhunderten als Zierpflanze (alle ihre zahlreichen Varietäten stammen nach Kerner von einem Mischling der wildwachsenden Primula Auricula und Pr. hirsuta ab). Jedes Kind weiß, daß unsere große schwefelgelbe Frühlings-Primel (Pr. elatior) und die ihr verwandte gebräuchliche, intensiv-gelbe Schlüsselblume (Pr. officinalis), welche beide in unsern Gegenden kurz nach der Schneeschmelze Hain und Fluren schmücken, Zwitterblumen besitzen, weil in jeder Blüthe ein wohlentwickelter Fruchtknoten mit Griffel und pollenbildende Staubkolben angetroffen werden. Aber den wenigsten unter den vielen Freunden dieser Frühlingsboten ist bekannt, daß die genannten Primeln doch zweierlei, beträchtlich verschiedene Blüthen bilden, ähnlich wie der Buchweizen, den wir oben unter 9. besprochen haben.

Diese Verschiedenheit der Primelblüthen wurde von Persoon schon im Jahr 1794 entdeckt, aber erst durch Darwin genauer untersucht und richtig gedeutet. Sie besteht darin, daß bei den meisten Primel-Arten die einen Stöcke nur langgriffelige, die andern Stöcke derselben Art nur kurzgriffelige Blüthen bilden. Bis jetzt ist dieses Verhältniß an nicht weniger als 36 Arten der Gattung Primula konstatirt. Dagegen sind erst 7 andere Arten bekannt geworden, welche in allen Blüthen gleichlange Griffel bilden.

Zu den ungleichgriffeligen Primeln gehören außer den oben genannten Arten der gelben Frühlingsprimeln und der Garten-Aurikel auch die den meisten Lesern bekannte, violettblühende Mehlprimel (Primula farinosa), welche im Verein mit dem Frühlings-Enzian (Gentiana verna) anfangs Mai die Sumpfwiesen unserer Ebenen so erfolgreich schmückt und andererseits in den Alpen, hoch über den Thälern, an den schneebefreiten Gehängen den Berg-Frühling eröffnet. Dort in den Alpen treffen wir ja auch die Stammmutter unserer Garten-Aurikel und eine Gruppe anderer Primula-Arten, welche mit den genannten die Heterostylie („Ungleichgriffeligkeit" — so könnte man das Fremdwort in's Deutsche übersetzen) theilt. Hermann Müller hat in seinem klassischen Werk: „Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben" (Leipzig 1881) mehrere dieser heterostylen (ungleichgriffeligen) Alpen-Primeln einläßlich behandelt: es sind Primula integrifolia — die ganzblätterige Schlüsselblume des Schiefer- und Urgebirges, Primula villosa — der zottige Himmelsschlüssel, die Primel der Felsgesimse und Gerölle unserer Urgebirgsmassen hoch über der Baumregion, Primula latifolia (Koch) — die breitblätterige Schlüsselblume und Primula minima — kleinster Himmelsschlüssel. Dagegen findet sich auf den Kräutermatten der höchsten Alpen stellenweise auch eine gleichgriffelige Schlüsselblume: Primula longifolia, die „langblätterige", welche aber — ähnlich wie die vorgenannten ungleichgriffeligen — nur von Tagfaltern befruchtet zu werden pflegt.

Fig. 50 zeigt uns ein blühendes Exemplar der gebräuchlichen Schlüsselblume (Pr. officinalis) und in a, b und d Theile der langgriffeligen Blüthe. In Fig. 51 A und B sehen wir die beiderlei Blüthen, welche also stets getrennt, auf verschiedenen Stöcken vorkommen, im Aufriß. Bei der langgriffeligen Blüthe A stehen die Staubkolben ungefähr in halber Höhe des langen Griffels an der Innenwand der Blumenkronröhre, während der Griffel mit seiner kugeligen Narbe bis zum Ausgang der Röhre oder noch etwas darüber hinaus vorragt. Bei der kurzgriffeligen Blüthe B (in Fig. 51)



Fig. 50. Die gebräuchliche Schlüsselblume. (Primula officinalis.)

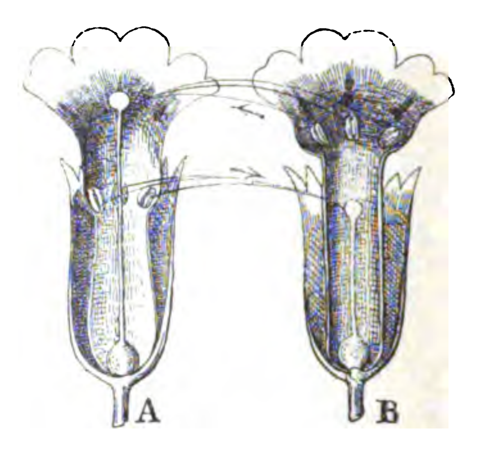
Die Hauptfigur stellt die ganze blühende Pflanze dar.

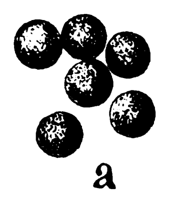
a. Die Blumenkrone einer langgriffeligen Blüthe, von Außen gesehen.

b. Dieselbe Krone der Länge nach aufgeschlitzt und auseinandergelegt.

c. Frucht mit den Samen.

d. Fruchtknoten und Griffel mit Narbe von der langgriffeligen Blüthe.





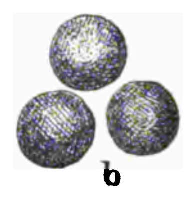


Fig. 51. Primula officinalis.

A — Die langgriffelige Blüthe im Aufriß.

B — Die kurzgriffelige Blüthe im Aufriß.

Die Verbindungslinien beider Blüthenformen mit den zugehörigen Pfeilen veranschaulichen die legitime Bestäubung durch Kreuzung zwischen beiden Formen.

a — Frische Pollenkörner der langgriffeligen Blüthe A bei 300facher Vergrößerung.

b — Frische Pollenkörner der kurzgriffeligen Blüthe B bei 300facher Vergrößerung.

stehen die Staubkolben umgekehrt nahe beim Ausgang der engen Kronröhre, indeß der Griffel mit seiner Narbe nur halbwegs so hoch hinaufragt, also dort endigt, wo in der langgriffeligen Blüthe A die Staubkolben stehen. So sehen wir denn in den Blüthen der zweierlei Stöcke die gegenseitige Stellung der pollenentleerenden Staubbeutel und der empfängnißfähigen Narben gerade umgekehrt und zwar derart, daß in der einen wie in der andern Blüthe die Antheren jene Stelle einnehmen, die in der andern

Blumenform von der Narbe occupirt wird. Dies hat zur Folge, daß langrüsselige Insekten, Hummeln und Schmetterlinge, welche den Honigsaft tief unten im Grunde der Kronenröhre mit ihrem langen Saugrüssel zu holen gewohnt sind, beim Nectar-Naschen in der Regel die Wechselbestäubung vollziehen werden, wenn sie abwechselnd von langgriffeligen zu kurzgriffeligen und von kurzgriffeligen zu langgriffeligen Stöcken eilen. In der That hat man bei solchen langrüsseligen Insekten, welche viele Primelblüthen nach einander besuchten, an zwei verschiedenen Stellen des langen Rüssels vorwiegend viel Blüthenstaub angetroffen, nämlich oben an jenen zwei Stellen, die der relativen Lage des entleerten Blüthenstaubes in den besuchten zweierlei Blüthen entsprachen. Es leuchtet ein, daß der von Oben in die enge Kronröhre geschobene Insektenrüssel, wenn er einmal mit dem Blüthenstaub von hochstehenden und von tiefstehenden Staubbeuteln behaftet ist, in der Regel Fremdbestäubung vollzieht, weil ja jedesmal, in der einen wie in der andern Blüthenform, der Rüssel mit der Narbe des Griffels, stehe diese letztere nun hoch oder tief, in Berührung kommt. Dann wird aber selbstverständlich in der Regel eben jener Pollen an der empfängnißfähigen Narbe abgestreift, welcher aus Staubbeuteln herstammt, die in gleicher Höhe mit der Narbe gebildet wurden. Mit andern Worten: die honigsaugenden langrüsseligen Besucher der Primeln tragen unbewußt und unwillkürlich aus den langgriffeligen Blüthen den Pollen der tiefstehenden Antheren auf die tiefstehende Narbe der kurzgriffeligen Blüthen und umgekehrt den Blüthenstaub aus den hochstehenden Antheren der kurzgriffeligen Blüthen auf die hochstehenden Narben der langgriffeligen Blumen, wie wir dies in Fig. 51 bei A und B durch die Verbindungslinien und die zugehörigen Pfeile angedeutet haben. Das ist legitime Bestäubung, die wir künstlich selbst an den lebenden Blumen den Insekten nachahmen können, wenn wir mit einem langen Borstenhaar von der Dicke eines Schmetterlingsrüssels abwechselnd in lang- und kurzgriffelige Blüthen hineinlangen, bis wir mit dem obern Borstenende zum Honig, tief unten in der Kronröhre, reichen.

Es kommt nun aber auch gelegentlich vor, daß durch die Insekten auch illegitime Bestäubung vollzogen wird, nämlich dann, wenn z. B. von dem Blüthenstaub aus tiefstehenden Antheren (Fig. 51 A), welcher beim Rückzug dem Insektenrüssel auf dessen halber Länge anhaftet, in einer zweiten Blüthe gleicher Form von demselben Insekt ein Theil des fraglichen Pollens an die hochstehende Narbe dieser zweiten Blüthe abgestreift wird. Der andere Fall, daß Pollen aus hochstehenden Antheren auf die tiefstehende Narbe derselben Blüthe (Selbstbestäubung) oder einer zweiten Blüthe mit tiefstehender Narbe gelangt, mag noch häufiger vorkommen. In diesen beiden Fällen ist die Bestäubung eine illegitime und sie wird, so häufig sie in der Natur auch vorkommen mag, ohne Folgen sein, sobald kurz vor oder nach dieser illegitimen Bestäubung auch Pollen legitimer Art auf die betreffende Narbe geräth; denn es ist durch zahlreiche Experimente bewiesen worden, daß die verschiedenen Pollenkörner, welche in Folge gleichzeitig stattgehabter illegitimer und legitimer Bestäubung auf einer und derselben Narbe liegen, sich nicht in gleichem Grade befruchtend erweisen: der legitime Pollen wirkt energischer als der illegitime und jener überholt bei der Befruchtung den letzteren, so daß dieser, in Concurrenz mit jenem, unwirksam ist. Dies führt uns naturgemäß auf die Verschiedenheit der Pollenkörner aus den beiderlei Blüthen heterostyler Primeln: Wie Fig. 51 a und b zeigt, sind die Blüthenstaubkörner

der langgriffeligen Blumen bedeutend kleiner, als diejenigen der kurzgriffeligen Blüthen und zwar verhält sich ihr Durchmesser im Mittel ungefähr wie 6 : 9 oder 2 : 3. Jene in Fig. 51 a und b dargestellten Pollen wurden bei 300facher Vergrößerung gezeichnet: ich berechnete den Durchmesser der Pollen aus tiefstehenden Antheren (a) auf 20, aus hochstehenden Antheren (b) auf 30 Mikromillimeter. Nun können wir sagen: die großen Pollenkörner gehören auf die hochstehende Narbe, die kleinen Blüthenstaubkörner dagegen sind für die tiefstehende Narbe bestimmt.

Diese Verschiedenheit der Pollengröße ist kein Zufall, weil sie allgemein bei den verschiedensten heterostylen Primeln beobachtet wird. Sie muß also ihren natürlichen Grund haben. Wahrscheinlich ist folgende Deutung die richtige: Da die Pollenkörner aus hochstehenden Antheren für die Narben der langgriffeligen Blumen bestimmt sind, so müssen sie nach der stattgehabten legitimen Bestäubung einen beträchtlich längern Pollenschlauch bilden, um den befruchtenden Impuls bis zu den Samenknospen im Fruchtknoten hinunter zu leiten, als dies bei den Pollen aus tiefstehenden Antheren nach stattgehabter legitimer Befruchtung der Fall ist; denn hier haben ja die Pollenschläuche nur einen kurzen Griffel zu durchlaufen, während im erstern Fall der Weg durch den doppelt längern Griffel ja eminent mehr Kraft und Nahrung in Anspruch nehmen muß. Darum sind hier — bei langen Griffeln große Pollenkörner, bei kurzen Griffeln nur kleine Blüthenstaubkörner zur legitimen Befruchtung nothwendig.

Darwin hat auch an diesen Pflanzen gezeigt, daß bei legitimer Bestäubung eine eminent größere Fruchtbarkeit eintritt als bei Selbstbestäubung und bei illegitimer Fremdbestäubung. Die Primeln sind also in hohem Grade der Wechselbestäubung durch Insekten angepaßt.

Außer den besprochenen Beispielen ungleichgriffeliger Pflanzen finden wir ähnliche Verhältnisse auch in manchen andern Pflanzengattungen; so besitzen folgende bekanntere Gewächse ebenfalls zweierlei Blüthen, langgriffelige und kurzgriffelige:

Der großblüthige Lein, Linum grandiflorum, eine prächtige Zierpflanze vom Aussehen des Flachs, aber mit eminent größern Blumen.

Der ausdauernde Lein, Linum perenne, eine in verschiedenen Theilen Europa's wildwachsende Pflanze.

Der gelbblühende Lein, Linum flavum, ebenfalls auf Bergwiesen Süddeutschlands wildwachsend. (Dagegen sind die folgenden drei in Europa bekannten Leinarten gleichgriffelig: Der angebaute Flachs — Linum usitatissimum, der Purgir-Lein — Linum catharticum und der schmalblättrige Lein — Linum angustifolium.)

Das gebräuchliche Lungenkraut, Pulmonaria officinalis, ist in auffallend ähnlicher Weise ungleichgriffelig wie die Primeln. Von dieser Pflanze wurden künstlich sowohl kurzgriffelige als auch langgriffelige Blüthen illegitim mit eigenem Pollen und mit Blüthenstaub aus andern Blüthen derselben Form bestäubt: in allen Fällen illegitimer Bestäubung unterblieb die Bildung von Samen und Samenkapseln bei den in Deutschland gewachsenen Pflanzen, während in England verschiedene Resultate beobachtet wurden.

Das schmalblätterige Lungenkraut, Pulmonaria angustifolia, in Westdeutschland und auch auf der Insel Wight wildwachsend.

Der dreiblätterige Fieberklee (Bitterklee), Menyanthes trifoliata, eine in schwarzem Moorboden sehr häufige Pflanze, zu den schönsten der europäischen Sumpf-Gewächse zählend.

Auch in der Familie der Rubiaceen (Krapp und Verwandte) sind zahlreiche Arten bekannt geworden, welche lang- und kurzgriffelige Blüthen bilden.

11. Der gemeine Weiderich — Lythrum Salicaria und der zierliche Sauerklee — Oxalis gracilis.

Wenn die Natur uns durch Bildung von zweierlei verschiedenen Blüthen bei einer und derselben Pflanzenart zur Begünstigung der Fremdbestäubung Ueberraschung und Bewunderung abgewinnt, so geschieht letzteres noch in viel höherem Maße bei der Betrachtung von Pflanzen, welche sogar dreierlei verschiedene Blüthen auf getrennten Stöcken hervorbringen. Dieß ist z. B. bei unserem gemeinen Weiderich, Lythrum Salicaria, der Fall, einer an Bach- und Flußufern, in Gräben und Sümpfen häufig vorkommenden Pflanze Europa's, die aber auch in großer Ausbreitung in Asien, Australien und Nordamerika zu Hause ist.

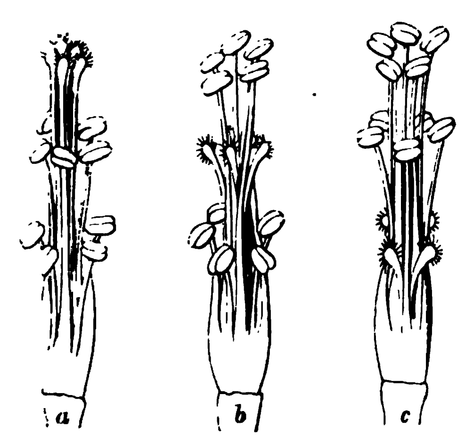


Fig. 52. Oxalis gracilis (zierlicher Sauerklee).

a) Staubblätter und Griffel der langgriffeligen Blüthenform.

b) Dieselben Organe der mittelgriffeligen Blüthenform.

c) Dieselben Organe der kurzgriffeligen Blüthenform. (Nach Hildebrand.)

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen sich bei manchen Arten der Gattung Oxalis, Sauerklee. Wir sehen in Fig. 52 a, b und c die Staubblätter und Griffel der drei verschiedenen Blüthenformen von Oxalis gracilis dargestellt. Die Blüthe a besitzt lange Griffel, welche die Staubblätter um ein Bedeutendes überragen. Letztere sind in zwei Kreise angeordnet, von denen der eine kurze Filamente, also tiefstehende Antheren besitzt, während der andere Staubblattkreis aus längeren Blättern besteht, so daß die Antheren derselben ungefähr in die Mitte zwischen die unteren Antheren und die hochstehenden Narben zu liegen kommen.

Die Blüthe b dagegen zeigt nur mittellange Griffel, also Narben, die ungefähr in der Höhe stehen, wo in andern Blüthen die Antheren der mittellangen Staubblätter liegen. Dann findet sich aber auch ein Kreis von kurzen Staubblättern und andererseits über den Narben noch ein Kreis sehr hochstehender Antheren, die ungefähr in jener Höhe liegen, wo die Narben bei den langgriffeligen Blüthen.

Die Blüthe c endlich besitzt kurze Griffel, also tiefstehende Narben an jener Stelle, wo in den beiden andern Blüthenformen die Antheren der kurzen Staubblätter liegen und einen Kreis mittellanger, sowie einen Kreis langer Staubblätter. Bei diesen dreierlei Blüthen: langgriffeligen, mittelgriffeligen und kurzgriffeligen, sind für jede Blüthe zwei legitime Bestäubungen möglich, da für jeden Narbenkreis zwei gleichhochstehende Antherenkreise in andern Blüthen vorhanden sind. Der illegitimen Bestäubungen sind aber bei jeder Blüthe 6 möglich, nämlich zwei Bestäubungen mit dem eigenen Pollen aus den zwei verschieden hohen Staubbeutelkreisen derselben Blüthe (Selbstbestäubung), zwei illegitime Fremdbestäubungen mit den Pollen einer andern gleichartigen Blüthe und zwei illegitime Fremdbestäubungen mit dem Pollen aus den ungleichhohen Staubbeutelkreisen der zwei andern Blüthenformen. Es sind also bei sämmtlichen drei Blüthenformen zusammen nicht weniger als 24 Bestäubungsarten möglich, 18 illegitime und 6 legitime.

Die mannigfaltigsten Experimente, welche beim Weiderich (Lythrum Salicaria) sowohl, als auch bei den ungleichgriffeligen Arten der Gattung Oxalis vorgenommen wurden, haben zu folgendem Hauptresultat geführt: Eine vollständige, die ausgiebigste Fruchtbildung bringen diejenigen Bestäubungen hervor, welche mit solchen Geschlechtsorganen vorgenommen werden, die in den drei Blüthenformen auf gleicher Höhe stehen, also die Bestäubung der Narben langgriffeliger Blüthen mit den obern Antheren entweder der mittelgriffeligen oder der kurzgriffeligen Form, sodann die Bestäubung der Narben mittelgriffeliger Blüthen mit dem Pollen der mittellangen Staubblätter entweder der langgriffeligen oder der kurzgriffeligen Blüthen und endlich die Bestäubung der Narben kurzgriffeliger Blüthen mit dem Pollen der tiefstehenden Antheren der mittelgriffeligen oder der langgriffeligen Form. Das sind eben die legitimen Befruchtungen.

Andererseits erwiesen sich von den illegitimen Bestäubungsarten diejenigen innerhalb derselben Blüthen am erfolglosesten, fast ebenso verhält es sich mit den illegitimen Bestäubungen zwischen verschiedenen Blüthen einer und derselben Form; bei den übrigen 12 Bestäubungsarten ergab sich im Allgemeinen die Regel, daß die Unfruchtbarkeit um so größer ist, „je verschiedener die Länge der mit einander bestäubten Geschlechtsorgane in den verschiedenen Blüthenformen“ (Hildebrand) oder — um Darwin's Worte zu gebrauchen: „je größer die Entfernung der Narben von den Antheren ist, deren Pollen zur Befruchtung benutzt wird.“

Es ist unverkennbar, daß bei Lythrum (Weiderich), wie bei der oben in Fig. 52 dargestellten Oxalis-Art die gegenseitigen Längen- und Stellungsverhältnisse der Staubblätter und Griffel die legitime Fremdbestäubung durch Insekten nicht minder begünstigen, als dies bei den heterostylen Primeln der Fall ist.

Beim Weiderich sind auch die Pollenkörner aus den verschieden hohen Antheren ungleich: die Blüthenstaubkörner der längsten Staubblätter sind nicht nur größer, als diejenigen der mittellangen und kurzen, sondern sie sind auch anders gefärbt als diese, nämlich grün anstatt gelb. Ebenso sind die Narbenpapillen, welche — wie wir in einem folgenden Abschnitt sehen werden — bei der Bestäubung eine große Rolle spielen, auf den drei verschieden langen Griffeln ungleich entwickelt. Daß aber Narbenpapillen, Griffellängen und Pollenkörner von so ungleicher Größe (und sogar ungleicher Farbe) nicht in gleichem Grade für einander oder für dieselbe Funktion passen können, muß uns selbstverständlich erscheinen.

In der That werden — wie Hermann Müller zeigte — alle diese Verschiedenheiten zwischen den dreierlei Blüthen, diese sonderbare Anordnung der Geschlechtstheile in drei gesondert wirkende Gruppen, nur unter der Voraussetzung erklärbar, daß bei der in freier Natur stattfindenden Befruchtung durch Insekten in der Regel nur Geschlechter gleicher Länge mit einander vereinigt werden. Und diese Voraussetzung hat sich durch Hermann Müller's meisterhafte Untersuchungen als richtig herausgestellt. Für den Weiderich (Lythrum) hat genannter Forscher dargethan, daß die legitime Bestäubung nur durch die größeren und mittleren Bienen und durch die größeren Fliegen beim Honigsaugen vermittelt wird. Besucht und legitim bestäubt wird der Weiderich hauptsächlich von den Honigbienen und von den drei in unsern Gegenden gemeinsten Hummelarten, sowie von der langrüsseligen Kegelfliege, Rhingia rostrata. Von letzterer schildert H. Müller die Art des Honigsaugens auf den Blüthen von Lythrum Salicaria in folgender anschaulicher Weise: Auf einem oder einigen der Blumenblätter stehend, reckt sie, nach gewöhnlichem Aneinanderreiben der Vorderfüße und Abbürsten des Rüssels und Kopfes mit beiden Vorderfüßen zugleich, den Rüssel bis zu einer Länge von 11—12 Millimeter aus und senkt ihn in den Grund der Blüthe, wo sie ihn 6—10 Sekunden saugend verweilen läßt; unmittelbar nach dem Zurückziehen des Rüssels aus der Kelchröhre bearbeitet sie in der Regel ganz kurze Zeit (1—2 Sekunden) mit den beiden Klappen am Ende des Rüssels eine der Antheren, um der flüssigen, stickstofffreien Nahrung (dem Honig) auch etwas feste, stickstoffhaltige (Pollenkörner) hinzuzufügen. Beim Einführen des Rüssels in den Blüthengrund stößt sie mit dem kegelförmigen Vorsprunge des Kopfes an die mittellangen Geschlechtstheile (in den einen Blüthen also den mittellangen Griffel, in den andern Blüthenformen die mittellangen Staubblätter), während der Rüssel in der Nähe des Blüthengrundes die kürzesten Geschlechtstheile streift; die längsten Sexual-Organe dagegen werden oft mit der Bauchseite, oft aber auch gar nicht von ihr berührt. Sie verrichtet also nur zwei Drittel der legitimen Bestäubungsarbeit regelmäßig, das letzte Drittel, die Vereinigung der längsten Geschlechtstheile unter sich, weit seltener.

Zwei andere Schwebfliegen (Helophilus pendulus und trivittatus) fliegen meist auf die längsten Geschlechtstheile auf und befruchten daher, indem sie auf verschiedenen Weiderichstöcken saugen, alle Blüthenformen legitim.

12. Kalmia latifolia.

Die breitblätterige Kalmia (K. latifolia) ist eine nordamerikanische Pflanze aus der Familie der Alpenrosen-Gewächse (Rhodoraceen). Die ansehnlich großen, in Büscheln beisammenstehenden Blüthen besitzen eine röhrig-verwachsene Krone mit breitem schlüsselförmigem Saum, Fig. 53, und enthalten nebst dem Fruchtknoten und Griffel 10 gleichstark entwickelte Staubblätter. Letztere sind von Unten bis Oben durchaus frei und entleeren ihre Pollenfächer durch runde Löcher am obern Ende der Staubbeutel (IV. in Fig. 53).

In der Blüthenknospe treffen wir die Staubbeutel in eigenthümlichen Vertiefungen der Blumenkrone (a a in Fig. 53 II. und III.) geborgen und zwar derart, daß beim Oeffnen der Krone die Antheren ihre Behälter (b in Fig. 53 III.) nicht ver-

lassen können, sondern in demselben festgehalten werden. Wenn sich daher der Kronsaum schüsselförmig ausbreitet, so werden die langen Staubfäden — nach allen Richtungen ausstrahlend — nach Außen umgebogen, so daß sie dem Kronsaum dicht anliegen (III. in Fig. 53). Diese Krümmung der 10 gebogenen Staubblätter ist aber in der unberührten Blüthe eine gezwungene: durch einen leichten Stoß und Ruck kann die Anthere jedes Staubblattes zum Verlassen ihres Gefängnisses, eben jener Grube im Kronsaum, veranlaßt werden. Das gebogene Filament ist nämlich elastisch und schnellt plötzlich zurück in der Richtung gegen den Griffel, sobald die Anhere aus der Grube gelöst wird. Bei dieser plötzlichen Bewegung werden die Blüthenstaubkörner aus den Staubbeuteln herausgeworfen und zwar selbstverständlich auch in der Richtung gegen den Griffel hin fortgeschleudert. Indem wir selbst, also durch einen künstlichen Eingriff von unserer Seite, die Staubbeutel der unberührten Blüthe aus ihrer Zwangslage befreien, können wir Selbstbestäubung der Kalmiablüthen bewirken; denn von dem fortgeschleuderten Pollen gelangt stets eine größere oder geringere Menge auf die den Griffel überkrönende Narbe (n n in Fig. 53 II. und III.). Allein in der freien Natur besorgen meistens größere Insekten, welche durch die rosenrothe oder

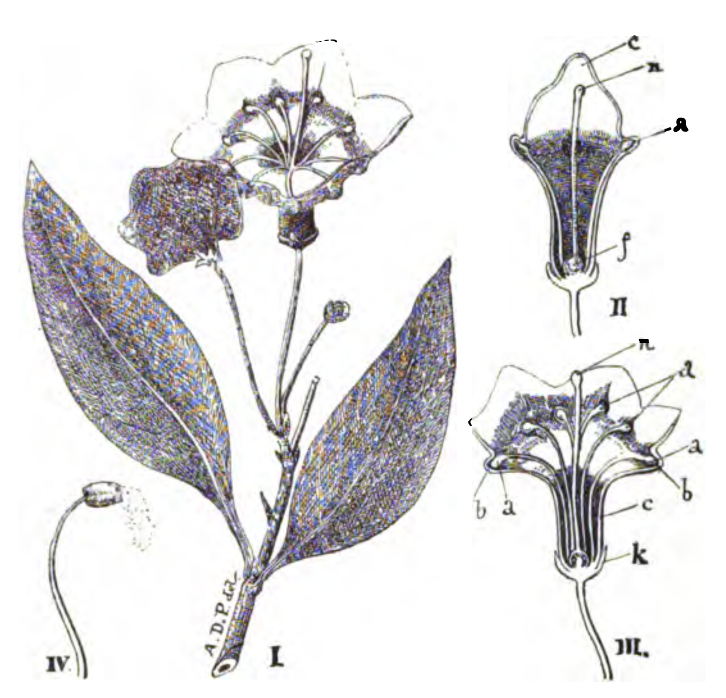


Fig. 53. Die breitblätterige Kalmia.
(Kalmia latifolia.)

I. Zweig mit Blättern und Blüthen. In der Mitte oben eine ganz geöffnete Blüthe mit den zurückgebogenen Staubblättern.

II. Senkrechter Schnitt durch eine noch nicht geöffnete Blüthe, die Lage der Antheren a zeigend, welche in grubenartigen Vertiefungen der Krone ruhen. n Narbe. c Kronsaumzipfel. f Fruchtknoten.

III. Eine vollständig geöffnete, längs durchschnittene Blüthe. a a a - die Staubbeutel, in den Gruben b b der Krone zurückgehalten. k - Kelch. c - Kronröhre.

IV. Ein Staubblatt mit den 2 Löchern am obern Ende des Staubbeutels, vergrößert. (II., III. und IV. nach Asa Gray.)

fast blendend weiße Farbe der Blüthenkrone angelockt werden und nach Honig suchen, jene zur Befreiung der Antheren nothwendige Erschütterung der Staubblätter. In der That wird Kalmia latifolia vorwiegend von Hummeln besucht, welche auf dem Kronsaum absitzen und aus der Tiefe der Kronröhre den Honig zu saugen gewohnt sind. Bei dieser Arbeit vollziehen sie aber so ungestüme Bewegungen, daß sie in der Regel durch Berührung der Staubfäden dies plötzliche Zurückschnellen und die Entladung der

Staubbeutel veranlassen. Hiebei wird der haarige Bauchtheil der honigsaugenden Hummel mit zahlreichen Pollenkörnern behaftet. Wenn nun die Hummeln von Blüthe zu Blüthe eilen, streifen sie regelmäßig mit der pollenbehafteten Unterseite ihres behaarten Leibes erst die Narbe, diese mit fremden Pollen befruchtend, ehe sie die Staubblätter zur Entladung bringen, also ehe eine Selbstbestäubung stattfinden könnte. Letztere kann allerdings gelegentlich auch eintreten, allein in den überwiegend zahlreichsten Fällen wird Fremdbestäubung vollzogen. Es leuchtet ein, daß die beschriebene Einrichtung in ganz ausgezeichneter Weise die Fremdbestäubung begünstigt; ja, es scheint geradezu eine Bestäubung der Kalmia-Blüthen ohne Insekten-Hülfe in der freien Natur unmöglich zu sein; denn bis jetzt hat noch Niemand beobachtet, daß die Staubfäden von sich aus die Staubbeutel aus den Gruben des Kronsaumes herauszubringen, also ihren Pollen zu entladen vermöchten; im Gegentheil berichtet W. J. Beal, daß die mit Absicht gegen Insekten geschützten Blüthen verwelken und abfallen, wobei die Staubbeutel noch in den Gruben liegend angetroffen werden.

13. Die Passionsblume — Passiflora.

Unter den mehreren Passiflora-Arten sind einige seit langer Zeit beliebte Zierblumen und zwar mit Recht. Sie vereinigen fast Alles, was eine Blume an Eleganz, Farbenspiel und nobler Architektur besitzen kann — und mehr noch als das: sie besitzen wunderbar entwickelte Honigorgane und Nebenapparate zum Schutze der letzteren, wie wir sie anderswo kaum schöner antreffen. Unsere beiden nachstehenden Figuren 54 und 55, die nach der Natur aufgenommen wurden, dürften im Verein mit folgender Erläuterung zum Verständniß dieser Wunderblumen genügen.

Die Passionsblume gehört zu den höchstentwickelten Blüthen des ganzen Pflanzenreiches. Die eigentliche Blüthe besteht aus vier übereinander stehenden Blattkreisen, welche — von Außen nach Innen, oder von Unten nach Oben aufeinanderfolgend — 1. den Kelch (kkk), 2. die Krone (ccc), 3. das Androeceum, d. i. den männlichen Apparat oder Staubblattkreis (aaa), 4. das Gynaeceum, d. i. den weiblichen Apparat oder Fruchtblattkreis, bestehend aus Fruchtknoten (fr) und Griffel (g) sammt Narben (st-st) zusammensetzen.

Der **Kelch** (kkk) — aus dem untersten oder äußersten Blattkreis bestehend — zählt 5 derbe, außen lebhaftgrün gefärbte, auf der obern, innern Seite blaßgrün bis weiß gefärbte Blätter, die an der geöffneten Blume radförmig ausgebreitet sind. Das einzelne Kelchblatt ist zungenförmig und trägt am obern Ende seiner Mittelrippe, etwas unterhalb der Blattspitze einen grünen, krautig-weichen Dornfortsatz. Diese Fortsätze der 5 Kelchblätter stehen am obern Ende der Blüthenknospe (K in Fig. 54) wie gekrümmte Zacken einer Krone um den Knospenscheitel. An der Basis sind die Kelchblätter mit einander zu einem kesselförmigen Behälter verwachsen, der die Basis der Blüthenaxe (ax in Fig. 55) rings umgibt.

Die **Krone** (ccc), der nächst höhere, innere Kreis der Blüthenhülle, zählt ebenfalls 5, aber etwas zartere Blätter, die bei der unter dem Namen „Impératrice

Eugénie" bekannten Passionsblume (Fig. 54) auf der obern Seite lebhaft roth, auf der Unterseite blaßroth gefärbt sind, bei der blauen Passionsblume (Passiflora coerulea) — Fig. 55 — aber **weniger** in Farben brilliren. Auch diese Blätter stehen in der geöffneten Blume radförmig auseinander. Sie alterniren mit den Kelchblättern, d. h. sie stehen nicht senkrecht über, sondern **zwischen** den letztern etwas tiefer einwärts in der Blume; auch sind sie an ihrem Grunde mit dem kesselförmigen Basaltheil der Kelchblätter verwachsen, was namentlich in Fig. 55 deutlich hervortritt. Die Ränder der Kronblätter sind nach Oben etwas eingerollt.

So sind denn die sämmtlichen Blätter der Blüthenhülle zur Zeit der schönsten Entfaltung in eine einzige Ebene ausgebreitet, was bei manchen Passiflora-Arten, deren Kronblätter sich durch grelle Blumenfarben von den blaßgrünen oder weißen Kelchblättern unterscheiden, hinreichen dürfte, einen Farben-Effekt abzugeben, der die Aufmerksamkeit von Insekten erwecken könnte. Allein damit hat sich das Geschlecht der Passifloren nicht begnügt: am Rande des kesselförmigen Basaltheiles, welchen

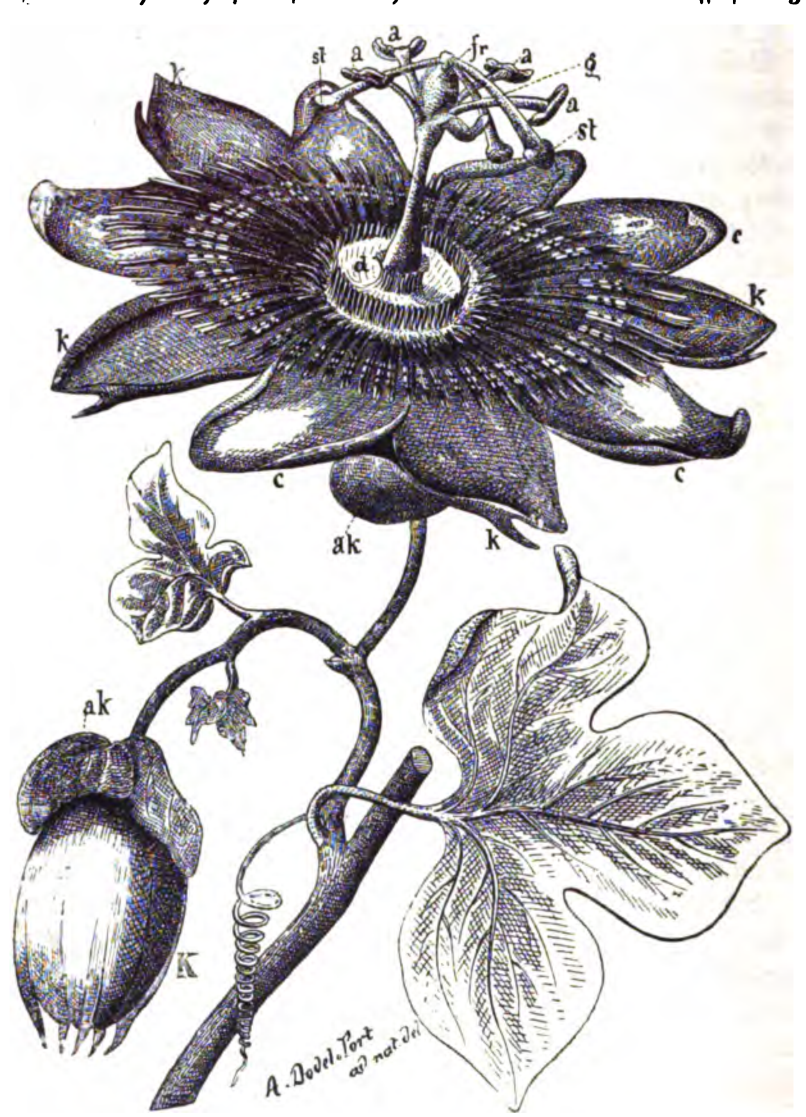


Fig. 54. Zweig mit Blatt, Ranke, Blüthen-Knospe und Blüthe von einem Passiflora-Blendling: „Impératrice Eugénie" (Bastard zwischen Passiflora coerulea und P. alata) in natürl. Größe.

K — Blüthenknospe mit dem Außenkelch ak.

Theile der offenen Blume: ak — Außenkelch; kkk — Kelchblätter; ccc — Kronblätter; d — Saftdecke; aaa — Antheren; fr — Fruchtknoten; g — Griffel; st st — Narben.

die Kelch- und Kronblattkreise durch ihre Verwachsung miteinander bilden, stehen zahlreiche, buntfarbige, fädige Gebilde, welche einerseits — nach Außen, der Blüthenaxe abgekehrt — eine zwei- bis dreifache Nebenkrone, anderseits, der Blüthenaxe zugekehrt und gegen diese convergirend, eine sehr entwickelte Saftdecke (d in Fig. 54) bilden.

Die am äußersten Rande des genannten zentralen Kessels stehenden fädigen Gebilde sind lange, cylindrische oder von der Seite her zusammengedrückte Blattauswüchse der Kronblattbasis und stehen, in einen Doppelkreis angeordnet — je 2 senkrecht übereinander entspringend — in gleichen Abständen rings um das Centrum der Blume herum u. von diesem aus nach allen Rich-

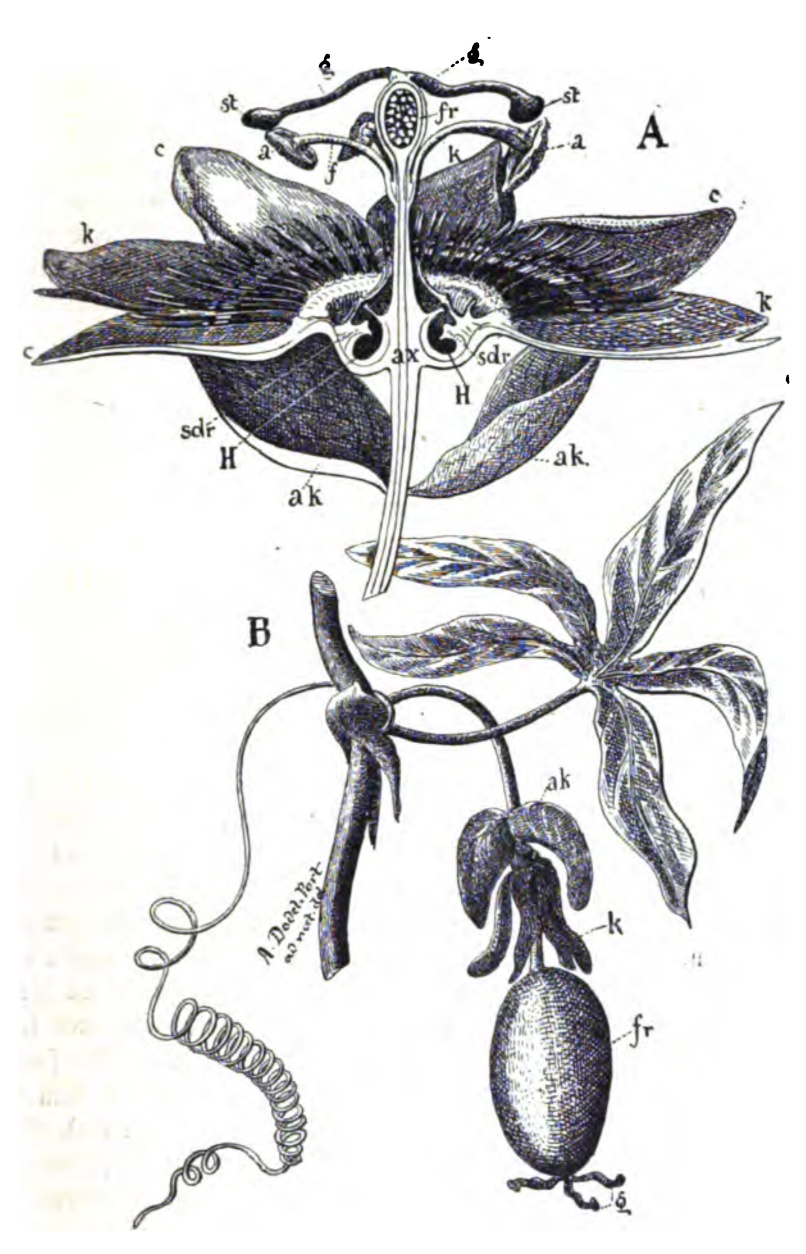


Fig. 55. Die blaue Passionsblume — Passiflora coerulea in natürlicher Größe.

A — Senkrecht durchschnittene Blüthe. ak — Blätter des Außenkelches; ax — Blüthenaxe; H — Honigbehälter; sdr — Saftdrüse; kk — Kelchblätter; cc — Kronblätter; f — Filamente (Staubfäden); aa — Antheren; fr — Fruchtknoten; gg — Griffel; st st — Narben.

B — Fragment eines Zweiges mit Laubblatt, Ranke und junger, unreifer Frucht fr; gg — vertrocknete Griffel; k — vertrocknete Kelch- und Kronblätter.

tungen sonnenartig ausstrahlend. Sie bilden die **äußere buntfarbige Nebenkrone**, deren einzelne Strahlen am obern, äußern Theil hellblau oder blauviolett, am untern, inneren Theil dagegen dunkelviolett bis schwärzlich-purpurn gefärbt sind. In der Mitte eines jeden der 40—50 Strahlenpaare sind diese Farben auf etliche Millimeter Länge ein oder zwei bis vier Mal unterbrochen durch weiße Flecken, welche in ihrer Gesammtheit rings um das Centrum der Blüthe herum hellfarbige concentrische Kreise darstellen, durch welche die äußere Nebenkrone einen wunderbaren Aspect erhält.

Bei der in Fig. 54 dargestellten Passionsblume „Impératrice Eugénie" steht dicht innerhalb der strahlenden äußern Nebenkrone noch ein Kreis von kleineren, kürzeren, dunkelvioletten, ebenfalls strahlenden Nebenkron-Fäden, die über den Grund der äußeren oder Haupt-Fäden nach Außen neigen (in unserer Fig. 54 sind dieselben hell gehalten). In manchen Blumen ist auch dieser Kreis ein doppelter, aus Fäden ungleicher Länge bestehend, so daß dann die äußere Nebenkrone in ihrer Gesammtheit sogar aus 4 concentrischen Kreisen buntfarbiger Blattauswüchse besteht. Bei der blauen Passionsblume (Fig. 55) besteht die äußere Nebenkrone jedoch nur aus dem Doppelkreis langer, unterbrochen-farbiger Fäden.

Etwas vom Kesselrand entfernt, weiter nach Innen, folgt die **innere Nebenkrone**, bestehend aus einem Kreis dichtgedrängter, senkrecht aufsteigender, also palissadenförmig angeordneter Blattauswüchse, die bei der Blüthe in Fig. 54 fast in ihrer ganzen Länge dunkelviolett oder dunkelpurpurn gefärbt sind, bei der blauen Passionsblume (Fig. 55) aber nur am obern Ende dunkelfarbig, abwärts dagegen licht gelbgrün gefärbt erscheinen.

Von da an abermals etwas weiter nach Innen folgt ein Kreis von zahlreichen Blattauswüchsen, welche die **Saftdecke** darstellen (d in Fig. 54). Diese Auswüchse bestehen aus zwei scharf abgegrenzten Theilen, der untere Drittel ist blaß-gelbgrün gefärbt, in der offenen Blume fast senkrecht aufstrebend, nur wenig gegen die säulenartige Blüthenaxe im Centrum der Blume geneigt; dieser Theil grenzt mit einer knieförmigen Biegung an den obern, längeren, purpurn gefärbten Theil, der sich vollends gegen die vorerwähnte säulenartige Blüthenaxe neigt und sich mit dem obersten Drittel an diese anlehnt. Durch eine schwache Krümmung der convergirenden Filamente entfernen sich die obern Enden der Saftdecke-Fäden nur um ein Kleines von der Axen-Säule (man vergl. in Fig. 54 jene die Basis der centralen Säule umgebenden Fäden mit dem in Fig. 55 A dargestellten, den dunkeln Kesselraum domartig deckenden Filamenten). Die sämmtlichen, diese äußere Saftdecke bildenden fäbelförmigen Auswüchse sind leicht beweglich, so daß kräftige Insekten, welche den Honigsaft wittern, mit ihren Mundtheilen ohne große Mühe zwischen den seitlich zusammengedrückten Fäden hindurch den Weg zum reichen Honigbehälter finden können.

Bei vollständig geöffneten, unberührten Blumen findet man den Hohlraum unter der Saftdecke bis zur Kesselbasis mit Honigsaft angefüllt. Schneidet man eine solche Blüthe der Länge nach mitten entzwei, so quillt der Nektar in mächtigen Tropfen aus dem durch die Saftdrüse (sdr in Fig. 55) verengten Kesselraum (H in Fig. 55) heraus. Das als honigabsonderndes Organ fungirende Gebilde ist ein über der Kesselbasis, zwischen dieser letzteren und der Saftdecke, auf der Innenwand des Kessels aufsitzender dicker Gewebegürtel (sdr), der halseisenförmig nach Innen vorragt, aus kleinen farblosen Zellen besteht und mit einer Epidermis ausgestattet ist, deren einzelne Zellen

papillenartig nach Außen vorragen. Dieses farblose, zartwandige, honigabsondernde Gewebe setzt sich bis an die Basis des Kessels und jenseits derselben, an der säulenartigen Blüthenaxe aufsteigend, bis zu einem zweiten Gewebegürtel fort, der über der Basis der Blüthenaxe die letztere umgibt, wie die Tischplatte eines runden Tisches eine Säule umgeben würde, die sich über das Niveau der Platte erhebt. Der äußere Rand dieses Säulengürtels paßt genau in die Kniebeugungen der Saftdecke-Fäden und ist ebenfalls purpurn gefärbt. Durch dieses eigenthümliche Gebilde von der Gestalt einer durchwachsenen runden Tischplatte wird der honigerfüllte Saftraum H, der eigentliche Honigbehälter, von der Axenseite aus bedeckt und vor kleineren unberufenen Insekten geschützt. Nur kräftigern, großen Honignaschern ist es möglich, erfolgreich bis zum Honigbehälter vorzubringen.

Während bei den meisten höheren Blüthenpflanzen die Geschlechtsorgane dicht innerhalb und über den Blättern der Blüthenhülle stehen, treffen wir bei den Passionsblumen ein verlängertes, stielartiges Axenstück (ax in Fig. 55), welches die beiden Haupttheile der Blüthe (Hülle und Geschlechtsapparat) beträchtlich von einander entfernt. Dieses Axenstück trägt — hoch über den ausgebreiteten Kelch- und Kronblättern — einen Staubblattkreis, welcher in seiner Gesammtheit den männlichen Geschlechtsapparat, das Androeceum, darstellt. Er zählt 5 mit den Kronblättern alternirende, mit den Kelchblättern correspondirende Staubblätter. Diese bestehen aus einer breiten, zweifächerigen, mit orangegelbem Blüthenstaub ausgestatteten Anthere (Staubbeutel) und einem bandartig verbreiterten Filament (vergl. in Fig. 55 a a — Antheren, f f — Filamente). Bei der ganz geöffneten Blüthe stehen die Staubblätter mit ihren bogenförmig gekrümmten Filamenten senkrecht von der Blüthenaxe ab, so daß die geöffneten, nach Unten sich entleerenden, durch einen Längsriß aufspringenden Staubbeutel sämmtlich in einer Ebene liegen, parallel zur Ebene der radförmig ausgebreiteten Blumen- und Kelchblätter. Am Grunde sind die bandförmigen Filamente mit einander verwachsen und sie bilden eine nur wenige Millimeter lange Scheide oder Röhre, welche den obern Theil der verlängerten Blüthenaxe ax umgibt.

Die weiblichen Organe der Passionsblume, in ihrer Gesammtheit das Gynaeceum darstellend, bestehen aus drei mit einander zu einem einfächerigen Fruchtknoten verwachsenen Fruchtblättern oder Carpellen und nehmen den innersten und obersten Theil der Blüthe ein. Der Fruchtknoten (fr in Fig. 54 und 55) steht am obern Ende der Blüthenaxe und besitzt drei wandständige Leisten (Placenten) mit zahlreichen Samenknospen. An seinem Scheitel stehen drei keulig verdickte Griffel (g g in Fig. 54 und 55), die bei der blauen Passionsblume (Passiflora coerulea Fig. 55) dunkel purpurn gefärbt, bei der hybriden Form („Impératrice Eugénie“ Fig. 54) dagegen blaßgrün gefärbt und roth punktirt sind. Die hellgrün gefärbte Narbe (st st in Fig. 54 und 55) ist stark verbreitert und durch einen Ausschnitt an der Peripherie der Innenseite in zwei symmetrische Hälften getheilt. Die mikroskopisch-kleinen, dichtgedrängten Narbenpapillen sind vielzellig und von darmzottenähnlicher Gestalt. Eigenthümlich ist der Umstand, daß die drei Griffel, welche in der sich eben öffnenden Blüthenknospe in der Richtung der Blüthenaxe verlaufen, somit gerade aufrecht stehen, alsbald seitlich auseinander weichen, und sich horizontal nach Außen richten (Fig. 55), um endlich, über den aufrechtstehenden Fruchtknoten hinunterneigend, mit ihren Narbentheilen in jene Ebene zu kommen, in welcher die 5 Pollensäcke der ausgebreiteten Staubblätter

sich befinden. Wir haben hier also eines jener interessanten Beispiele vor uns, wo in den sich öffnenden Blumen gewisse Geschlechtsorgane eine langsame Bewegung derart ausführen, daß ihre functionsfähigen Theile in die Nähe der andern Geschlechtsorgane gelangen. Honigsuchende Insekten, die sich neugierig in dieser Region herumtreiben, finden also in einer und derselben Ebene, über dem Perianthium ausgebreitet, die fünf geöffneten Antheren und die drei empfängnißfähigen Narben; es leuchtet ein, daß hiebei leicht eine Bestäubung, sei es mit fremdem, sei es mit eigenem Pollen, stattfinden kann.

Daß die Passionsblumen ganz speziell der Frembbestäubung durch honigsuchende Insekten angepaßt sind, dafür spricht nicht allein der ganze wunderbare Aufbau ihrer Blüthen, die ungemein reichliche Honigabsonderung und die merkwürdig sorgfältig construirte Saftdecke, sondern auch die Thatsache, daß bei Insekten-Abschluß die Blumen verschiedener Passiflora-Arten total unfruchtbar bleiben. Dies ist durch Experimente nachgewiesen bei der oben beschriebenen blauen Passionsblume (Passiflora coerulea), sowie bei Passiflora alata, welche im Verein mit der vorgenannten blauen Passionsblume den in Fig. 54 dargestellten Blendling „Impératrice Eugénie" erzeugte; ferner bei P. racemosa, edulis, laurifolia und Andern mehr. Leider ist mir nicht gelungen, an der lebend beobachteten blauen Passionsblume diejenigen großen Insekten in ihrem Liebesgeschäft zu belauschen, welche die beschriebene Blume mit Erfolg besuchen. Immerhin fand ich wiederholt die Narben unserer blauen Passionsblume mit ihrem eigenen Pollen belegt. Es konnte diese Bestäubung in den gegebenen Fällen ganz sicher nur durch Insekten vermittelt worden sein, da der aus den Staubbeuteln tretende Pollen durch gelbliches Oel feucht erhalten, daher zusammenhängend bleibt und nie ohne fremde Eingriffe die benachbarten Narben zu treffen vermöchte.

Es ist auch an verschiedenen Passiflora-Arten nachgewiesen worden, daß der fremde Pollen, d. h. Blüthenstaub aus Blüthen anderer Stöcke derselben Art, erfolgreicher befruchtet, als der eigene Pollen, und einige Arten sind mit ihrem eigenen Pollen bestäubt, gar nicht fortpflanzungsfähig. — Die Passionsblumen erweisen sich demnach als wahre Insektenblumen, bei denen Frembbestäubung zur Regel, Selbstbestäubung zur Ausnahme, in manchen Fällen zur Samenbildung unmöglich wird.

14. Das gemeine Geißblatt — Lonicera Periclymenum.

Dieser Strauch gehört in die Familie der Caprifoliaceen und dürfte — obschon in Deutschland und Oesterreich und in der Schweiz wildwachsend — im Allgemeinen weniger bekannt sein, als der Schneebeerenstrauch (Symphoriocarpus racemosus) der aus der Fremde in unsere Anlagen und Gärten als Zierpflanze eingeführt wurde und nun wohl ebenso verbreitet sein dürfte, als unser einheimisches Geißblatt, die beide einer und derselben Familie zugezählt werden. Nach viel häufiger als diese zwei Arten ist ein anderer Angehöriger dieser Familie, nämlich die gemeine Heckenkirsche, auch Beinholz genannt, Lonicera Xylosteum, die fast über ganz Europa bis zum Polarkreis verbreitet ist.

Von allen in Europa wildwachsenden Geißblatt-Arten besitzt Lonicera Periclymenum die längsten Blumenröhren. Die ganze Pflanze stellt einen holzigen Schling-

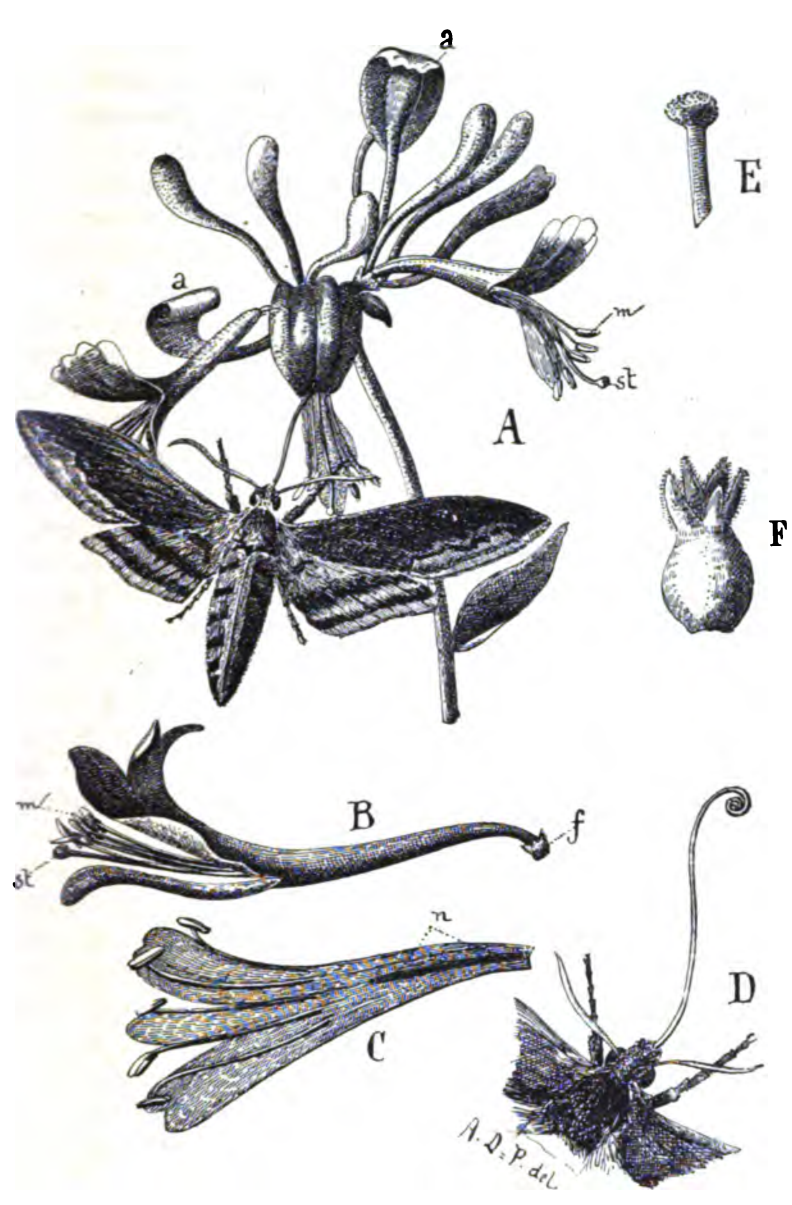


Fig 56. Das gemeine Geißblatt — Lonicera Periclymenum, eine ausgeprägte Schmetterlingsblume.

A — Ein Blüthenstand zur Zeit der Bestäubung einer Blüthe durch den honigsaugenden Liguster-Schwärmer (Sphinx ligustri) in ²/₃ der natürl. Größe. a a — ältere, schon bräunlich-gelb gewordene Blüthen.
B — Eine einzelne Blüthe zur Zeit der Entfaltung, in natürl. Größe.
C — Blumenkrone in der Mittellinie der Oberseite der Länge nach aufgeschlitzt und die Röhre auseinander gebreitet. n n — Nectar.
D — Vordertheil des Liguster-Schwärmers in natürl. Größe.
E — Griffelende der in Fig. B dargestellten Blüthe, am obersten Theil die Narbe tragend, vergrößert.
F — Fruchtknoten und Kelch, vergrößert.

(Die Fig. D sowie der Liguster-Schwärmer in Fig. A wurden vom Verfasser nach dem Leben gezeichnet, die übrigen Figuren dagegen nach H. Müller und Behrens.)

strauch dar, der sich in Gebüschen und an Bäumen bis zu beträchtlicher Höhe emporwindet. Die eirundlichen oder langrunden Blätter sind auf der Oberseite glatt, auf der Unterseite nicht selten etwas flaumig behaart. Die Blüthen sitzen wie bei den meisten Geißblattarten zu mehreren beisammen und bilden oberhalb des letzten Laubblattes ein langgestieltes Köpfchen.

Die einzelne Blüthe besitzt einen mit dem Fruchtknoten verwachsenen, nach Oben in 5 Zähne getheilten Kelch (Fig. 56 F). Darüber erhebt sich die bis 30 Millimeter lange Kronröhre (Fig. 56 B und C), welche nach Oben in einen zweilippigen Saum gespalten ist. Die Unterlippe erscheint einfach und von zungen-förmigem Umriß, während die Oberlippe 4

stumpfe Zähne besitzt und weit von der Unterlippe wegklafft. Aus dem Grund der Blumenröhre erhebt sich der lange einfache Griffel mit seiner kugeligen Narbe (st in Fig. 56 B und E) am oberen Ende. Fast ebenso weit treten die Staubbeutel der fünf aus dem Innern der Kronröhre entspringenden Staubblätter hervor.

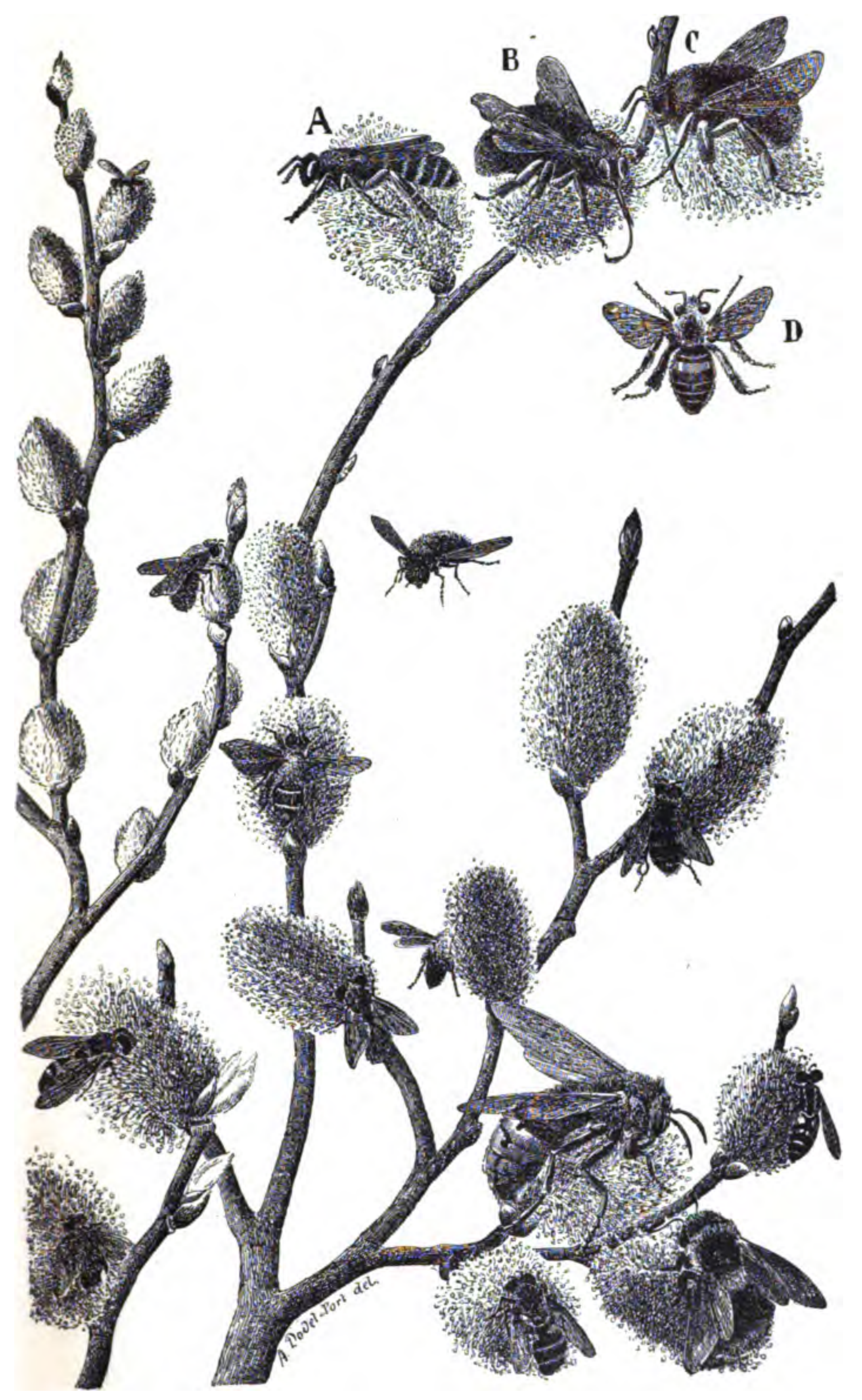
Tief im Grund der engen Kronröhre liegt der Honigsaft, welcher selbstverständlich allen jenen Insekten unzugänglich ist, die bei mäßig großem Körper nur über einen kurzen Rüssel verfügen. Nur überaus langrüsselige Insekten vermögen den Nectar dieser Blumen zu saugen. In der That hat sich das gemeine Geißblatt denjenigen unter unsern Kerbthieren angepaßt, welche die längsten Honigrüssel besitzen. Hieher gehören die Abend- und Nachtfalter aus der Gattung Sphinx. Gleich wie der sogen. Liguster-Schwärmer (Sphinx ligustri, Fig. 56 A und D) nur am späten Abend und während der Nacht schwärmt, so öffnen sich die Blüthen des gemeinen Geißblattes auch erst am späten Abend und erst um diese Zeit beginnt auch die Ausscheidung eines angenehmen Blüthenduftes zur Anlockung der honigsuchenden Schwärmer. Der in unserer Fig. 56 dargestellte, in zwei Drittel der natürlichen Größe gezeichnete Ligusterschwärmer besitzt einen 37—42 Millimeter langen Rüssel und vermag — freischwebend — sehr leicht den Nectar in den engen Blumenkronröhren zu saugen. Bei diesem Geschäft streift er mit seinem Körper, mit Flügeln und Beinen fast regelmäßig die pollenentleerenden Staubbeutel und den etwas weiter nach Außen vorragenden Griffel, wobei in den meisten Fällen Fremdbestäubung eintritt. Obschon gelegentlich auch eigener Pollen auf die Narbe übertragen werden mag, so wird in der Regel doch der fremde Pollen bei der Befruchtung den Ausschlag geben. Das gemeine Geißblatt ist eine ausgesprochene Nachtfalterblume, welche ohne die Mitwirkung dieser langrüsseligen Schwärmer bei der Bestäubung alsbald aus unserer Flora verschwinden müßte.

15. **Das gefleckte Knabenkraut** — Orchis maculata.

Blumen-Märchen! Wahrhaftige Märchen, so wundersam und sinnreich gefügt, technisch vollendet und so dichtungsfein, so warm gefühlt, wie kaum ein Märchen aus dem Paradiese menschlicher Phantasie. Aber diese Blumenmärchen der Knabenkräuter haben vor den andern Märchen das voraus, daß sie wahr sind, fühlbare Wunder, nicht wie die Werke der Menschen ein Gemenge von Dichtung und Wahrheit, sondern ungetrübte Wahrheit, Wahrheit von Anfang an bis zum Ende.

Die Orchideen (Knabenkräuter) sind mit Ausnahme der kältesten Regionen über die ganze Erde verbreitet. Sie bilden eine der größten natürlichen Pflanzenfamilien mit über 3000 beschriebenen Arten. Die europäischen Formen sind fast ohne Ausnahme Erdpflanzen und sie bilden im Frühjahr und Sommer den schönsten Wiesenschmuck. Manche von ihnen leben aber auch in Wäldern als Schmarotzer oder als Humusbewohner. In den tropischen Urwäldern Amerikas existirt eine ganze Flora von Orchideen-Arten, die als Epiphyten auf Bäumen leben und dort einen Blumenzauber entfalten, welcher jeder Beschreibung spottet.

Unsere Schweizerflora zählt über 50 verschiedene Arten von Knabenkräutern, die zum größten Theil auch in den Nachbarländern vorkommen. Seit alten Zeiten wird der sogen. Frauenschuh (Cypripedium Calceolus) von Jung und Alt jeder andern



Honig- und blüthenstaubsuchende Insekten auf Weidenblüthen.

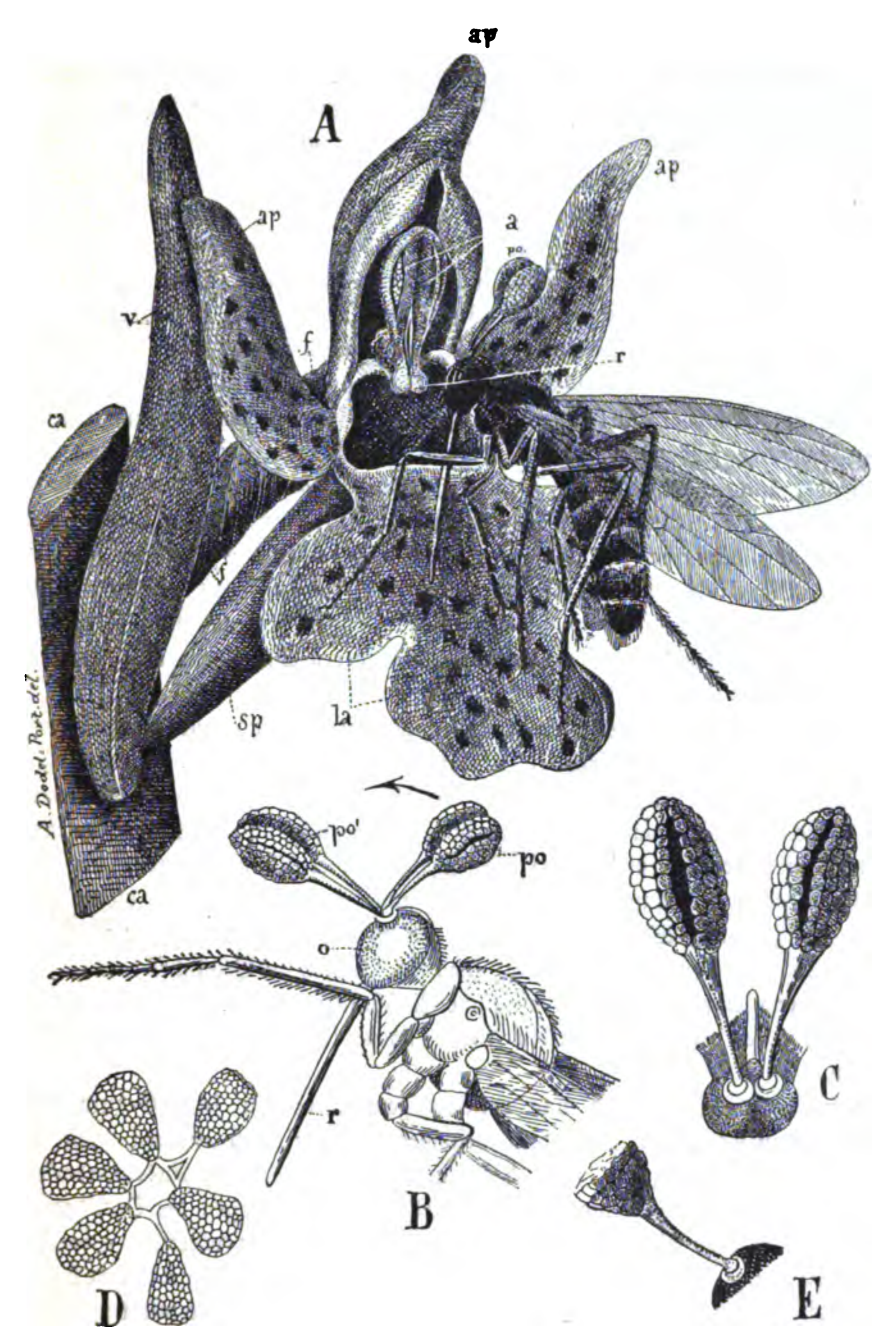


Fig. 57. Das gefleckte Knabenkraut, Orchis maculata, und seine Einrichtungen zur Fremdbestäubung durch Insekten.

A — Eine einzelne geöffnete Blüthe, schief von der Seite und von Vorn gesehen, mit einer honigsuchenden Schnepfenfliege (Empis livida). ca — Blüthenstandstiel. V — Vorblatt, in dessen Achsel die einzelne Blüthe steht. ap, ap — die äußeren Blüthenhüllblätter. la — Labellum oder Honiglippe mit dem Sporn sp. f — Fruchtknoten; a — Staubbeutel, r — Rostellum, po — Pollenmassen, auf den Kopf der Schnepfenfliege festgekittet. (vergrößert.)

B — Vorderer Theil derselben Schnepfenfliege. r — Rüssel, o — Augen, auf denen die zwei Pollinien festgekittet sind. po — Lage der Pollenmassen unmittelbar nachdem die Schnepfenfliege mit denselben behaftet wurde. po' — Lage derselben Pollenmassen nach erfolgter Drehung in der Richtung des Pfeiles.

C — Pollenmassen mit den Klebscheiben, von Vorn gesehen.

D — Einige Pollenpäckchen, durch Klebstofffäden verbunden; vergrößert.

E — Rest einer noch nicht vollständig abgetragenen, auf einem Insektenauge festsitzenden Pollinie.

Mai-Blume vorgezogen. Aber diese Orchideen-Art spielt unter den Knabenkräutern in mehr als einer Beziehung die Rolle des Sonderlinges. Von den übrigen einheimischen Orchideen dürften den meisten unserer Leser folgende Arten wohl bekannt sein:

Die gemeine Sumpfwurz, Epipactis palustris und ihre Schwester, die breitblätterige: E. latifolia; das großblumige und das schwertblätterige Waldvögelein: Cephalanthera grandiflora und C. ensifolia; das eirundblätterige Zweiblatt (Listera ovata); die gemeine Vogelnestwurz, Neottia Nidus avis; das gemeine Knabenkraut, Orchis Morio, welches als frühestes unserer einheimischen Knabenkräuter um Ostern unsere Wiesen schmückt; das Soldaten-Knabenkraut (O. militaris); das braune, O. fusca; das zierliche kleinblüthige Knabenkraut, O. ustulata; dann das männliche und das gefleckte Knabenkraut, O. mascula und O. maculata, beide mit gefleckten grünen Blättern; ferner das pyramidenförmige Knabenkraut (Anacamptis pyramidalis); das wohlriechende, auf Sumpfwiesen im Sommer sehr häufige Knabenkraut: Gymnadenia conopsea; weiterhin das Schwarzstendel unserer Alpen: Nigritella angustifolia, das von unserern Gebirgsbewohnern als „ächte Männertreu" bezeichnet wird. Ferner sind als weitbekannt zu nennen: die zweiblätterige Kukuksblume: Platanthera bifolia und die grünblüthige Stendelwurz, Pl. viridis; endlich die paar Arten „Frauenthränen" der Gattung Ophrys, nämlich die bienenähnliche, die spinnenähnliche und die fliegenähnliche Frauenthräne: Ophrys apifera, O. Arachnites und O. muscifera, deren Einzelblüthen in der That mit Insekten große Aehnlichkeit haben.

Von den ca. 3000 verschiedenen Orchideen-Arten sind nur einige wenige im Stande, ohne Insektenhülfe befruchtet zu werden, alle anderen sind ganz speziell der Fremdbestäubung durch Insekten angepaßt und es geschah dies in so vorzüglicher, in so sinniger Weise, daß die Knabenkräuter in dieser Beziehung an die Spitze der Blumenwelt gestellt zu werden verdienen. Ein einziges Beispiel dürfte genügen, um uns von der Vollkommenheit der Anpassung zwischen Blumen und Insekten bei dieser Pflanzengruppe zu überzeugen. Wir wählen hiefür die Blüthe vom gefleckten Knabenkraut, Orchis maculata, das auf feuchten Wiesen, in Gebüschen und auf lichten Waldstellen durch Europa und das asiatische Rußland verbreitet ist und in Blüthenbau und Anpassung an gewisse Insekten als Typus für zahlreiche andere Orchideen gelten kann.

Der geneigte Leser wird uns entschuldigen, wenn wir seine Geduld und Aufmerksamkeit an dieser Stelle noch ganz besonders in Anspruch nehmen. Ist ihm an Hand der beistehenden Figuren 57 und 58 und der nachstehenden Auseinandersetzungen dann gelungen, vom Aufbau und den merkwürdigen Einrichtungen der Orchideen-Blüthe eine annähernd richtige Vorstellung zu erhalten, so mag er sich späterhin — im Frühling und Sommer, wenn er Wiesen, Sümpfe und Wälder durchschreitet, an den lebendigen Blumen selbst überzeugen, wie wunderbar herrlich die Natur zu Resultaten gelangt ist, vor denen das Auge des sinnigen Beobachters staunend übergehen kann. Aber auch hier gilt das tröstende Wort über jede Anstrengung: Soll ich Dir die Gegend zeigen, mußt Du erst den Berg ersteigen. Also frisch an's Werk:

Wie bei den meisten unserer einheimischen Knabenkräuter, so stehen auch bei Orchis maculata die zierlichen kleinen Blüthen alle am obern Theil des beblätterten, krautigen Stengels. Der Blüthenstand ist eine Aehre; denn die einzelnen Blüthen sitzen stiellos am gemeinsamen Stengel (ca in Fig. 57 A). Das, was der Laie an der

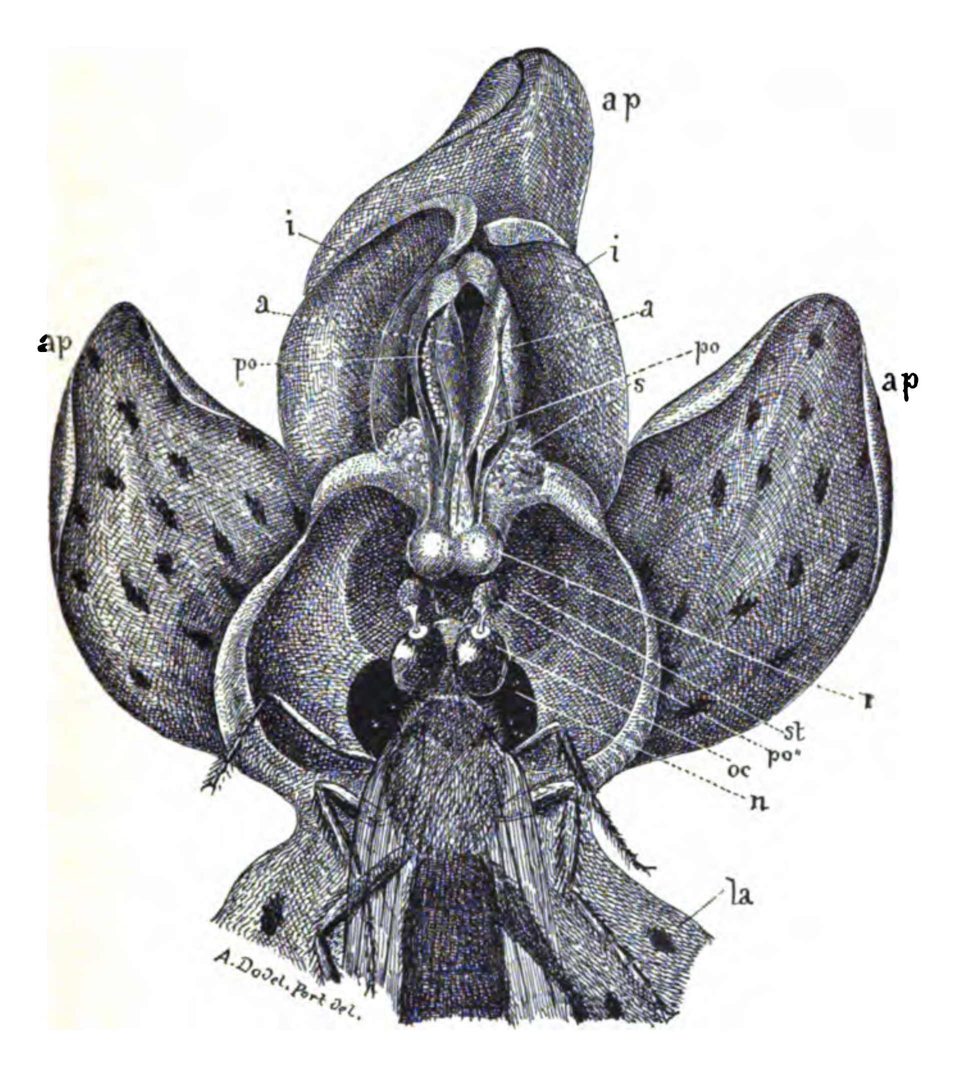


Fig. 58. Oberer Theil der Einzelblüthe von Orchis maculata zur Zeit der Bestäubung durch die Schnepfenfliege (Empis livida), gerade von Vorn gesehen.

ap, ap, ap — die drei äußern Blüthenhüllblätter.

i i — die zwei oberen inneren Blüthenblätter.

la — das dritte (untere) innere Blumenblatt, das Labellum, welches sich nach Hinten in einen hohlen Honigsporn verlängert (vergl. sp in Fig. 57 A), während der vordere, blattartig verbreiterte Theil als Auffitzstelle für das honigsaugende Insekt dient.

a a — Antherenfächer, bereits durch Längsrisse geöffnet und die gestielten Pollenmassen (Pollinien) po po zeigend.

s s — warzenartige Reste der zwei andern, nicht zur Entwicklung gelangten Staubblätter.

r — Rostellum oder Schnäbelchen.

st — Narbe innerhalb und unterhalb des Rostellums.

n — Eingang zum hohlen Honigsporn, in welchen hinein die auf dem Labellum sitzende Schnepfenfliege ihren Rüssel schiebt, um Honig zu saugen, wobei sie mit den nach Vorn geneigten Pollinien po*, die ihr auf den Augen festgekittet sind, an die feuchte, empfängnißfähige Narbe anstößt und dort Fremdbestäubung vollzieht. (Stark vergrößert.)

Einzelblüthe gerne den Blüthenstiel nennen möchte, das ist der unterständige, etwas gedrehte Fruchtknoten (f in Fig. 57 A), welcher in der Achsel eines grünen Vorblattes (v) direkt am Stengel (ca) sitzt.

Die Blüthenhülle ist eine doppelte und besteht aus einem dreizähligen äußeren Blattkreis, ap, ap, ap in Fig. 57 und 58, und einem inneren, ebenfalls dreizähligen Blattkreis, dessen Blätter aber verschiedenartig entwickelt sind; denn die zwei seitlichen, schief nach Rechts und Links oben gerichteten Perigonblätter (i, i in Fig. 58) sind kleiner als das nach Unten gerichtete innere Blumenblatt la in Fig. 57 und 58. Dieses untere Blatt la ist bei den meisten Orchideen groß, breit, oft gelappt und dient den honigsuchenden Insekten als Auffliegstelle oder Ruheplatz während des Saugens. Nach Hinten ist dieses untere Blumenblatt auch häufig in einen hohlen, oft sehr langen Honigsporn (sp in Fig. 57) verlängert; man hat es daher auch passend die Honiglippe oder Labellum (la) genannt.

Innerhalb der Blüthenhülle, deren Blätter sämmtlich bunt gefärbt sind, liegt der Geschlechtsapparat: die Staubfächer mit dem Pollen und die empfängnißfähige Narbe. Wie bei allen andern Orchideen, so ist auch beim gefleckten Knabenkraut der Staubblattkreis mit dem obern Theil des Fruchtknotens zu einem säulenartigen Gebilde verwachsen, welches den kesselartigen Zugang zum Honigbehälter überragt. Bei den meisten Knabenkräutern ist auch nur ein einziges Staubgefäß vollständig entwickelt, welches in der Mittellinie der symmetrischen Blüthe liegt und den obersten Theil der Geschlechtssäule einnimmt (a a in Fig. 57 A und in Fig. 58), während die andern zwei Staubblätter bis zur Unkennlichkeit verkümmert sind und z. B. bei unserer gefleckten Orchis (O. maculata) zwei warzige Gewebewülste (s in Fig. 58) darstellen, von denen der eine rechts, der andere links von dem normal entwickelten Staubbeutel liegt. Die pollenbildende Anthere des einzigen vollständigen Staubblattes besitzt zwei Fächer (a, a Fig. 58), jedes derselben enthält eine compakte, zusammenhängende gestielte Pollenmasse, welche man schlechtweg Pollinien oder Pollinarien nennt (po, po in Fig. 58). Jede dieser beiden Pollenmassen ist mit einem abwärts gerichteten, farblosen oder schwach gelbgefärbten Stielchen versehen, welches — von den Wänden der Pollenfächer eingeschlossen — sich soweit nach Abwärts verlängert, daß es mit seinem Fuß in einer Art von rundlichem Täschchen steckt, welches den Eingang zum Honigbehälter nach Vorne hin überragt. Die beiden Täschchen werden durch ein schnabelartiges Gebilde, das Rostellum oder Schnäbelchen (r in Fig. 57 A und Fig. 58) zusammengehalten und sind mit einer klebrigen Masse erfüllt. Die Staubbeutel öffnen sich beim Entfalten der Blüthe durch Längsrisse, so daß die gestielten Pollenmassen sichtbar werden (Fig. 57 A, a und Fig. 58 po, po), während das Schnäbelchen (r) geschlossen bleibt. Aber die leiseste Berührung dieses letzteren genügt, um auch diesen Theil des wunderlichen Apparates zu öffnen. Kommt ein honigsuchendes Insekt, z. B. eine Schnepfenfliege (Empis livida, Fig. 57 und 58) und bringt — auf dem Labellum la absitzend — mit seinem Kopf gegen den Eingang zum Honigsporn, so gelangt sie unwillkürlich mit dem noch unverletzten Schnäbelchen in Berührung. Die zarte Haut des letztern reißt querüber auf, ein unterer Theil dieser Haut wird lippenartig zurückgestülpt, wodurch die im geöffneten Täschchen liegende Klebmasse nun mit dem berührenden Insektentheil, z. B. mit den großen facettirten Augen in Contact geräth und an dem betreffenden fremden Körper festkleben bleibt. Jene Klebmasse hat nämlich die Eigenschaft, bei Zutritt von Luft rasch zu erharten. Zieht

nun das Insekt seinen Kopf zurück, so bleiben ihm die Klebmassen, mit denen es in Berührung kam, fest auf den Augen gekittet sitzen (po in Fig. 57 A und po" in Fig. 58); aber gleichzeitig wird auch die mit der Klebmasse durch das Stielchen in Verbindung stehende Pollenmasse, die mit der erhärtenden Klebmasse in Zusammenhang bleibt, aus dem Pollenfach herausgezogen: das zurücktretende Insekt, die Schnepfenfliege, sieht sich plötzlich mit zwei keulenförmigen Hörnern, eben jenen gestielten Pollinien, bewaffnet, die mit kleinen Scheiben auf dem Insektenkopf festsitzen und von der Fliege nicht mehr abzubringen sind. Wir haben in Fig. 57 A eine eben auf dem Rückzug aus der Blüthe befindliche Schnepfenfliege mit den beiden Pollenmassen (auf ihren Augen) dargestellt. Mit Absicht zeichneten wir auch die Pollenmassen der geöffneten Anthere als noch in den Staubfächern liegend, obschon dieselben nach dem Insektenbesuch nicht mehr vorhanden sind, sondern eben als „Hörner" auf dem Kopf der Fliege festsitzen. In Fig. 57 B ist dieselbe „gehörnte" Schnepfenfliege stärker vergrößert dargestellt, hier aber sind die beiden Pollinien in den zwei durchaus verschiedenen Lagen po und po' zur Anschauung gebracht. Frisch aus den Staubfächern gezogen, zeigen die Pollinien auf dem Insektenkopf die Lage po; allein in den nächsten 30—60 Sekunden, während das Insekt weiter fliegt, bewegen sich die gestielten Pollenmassen in Folge einer raschen Zusammenziehung des Klebscheibchens, mit dem sie auf dem Fliegenkopf festgekittet sind, in der Richtung des Pfeiles nach der Lage po'. Dies ist eine der wunderbarsten und feinsten Einrichtungen, welche die Natur bei ihren Umbildungsversuchen zu Stande gebracht hat; denn durch diese ganz gesetzmäßig eintretende Bewegung der gestielten Pollenmassen werden die letzteren in eine solche Lage gebracht, daß sie in den von derselben Fliege später besuchten Blüthen ganz regelmäßig mit der empfängnißfähigen Narbe in Berührung kommen und Bestäubung vollziehen müssen. Zur Erklärung folgendes: die empfängnißfähige Narbe stellt bei den meisten Orchideen wie bei unserem gefleckten Knabenkraut eine ziemlich breite und feuchte Fläche dar (st in Fig. 58), welche den hintern Theil des Gewölbes einnimmt, das hinter dem Rostellum r und unmittelbar über der Oeffnung des Honigspornes (n in Fig. 58) liegt. Würden nun die Pollenmassen auf dem Insektenkopf dieselbe Lage beibehalten, die sie einnehmen in jenem ersten Augenblick, da das Insekt sich aus der zum ersten Mal besuchten Blüthe zurückzieht, also jene Lage, wie sie in Fig. 57 A bei po in der obern Abbildung und bei po in B angegeben ist, so könnte bei weiteren Blüthenbesuchen die Pollenmasse gar nicht mit der Narbe in Berührung kommen, sondern würde oberhalb der Narbe, entweder am Rostellum oder am Staubbeutel anstoßen, wohl gar auch die Fliege verhindern, weit genug in den Honigbehälter vorzubringen, um Nectar saugen zu können. Durch jene wnnderbare Bewegung aber nehmen die gestielten Pollenmassen gerade die günstigste Lage ein, welche die Fremdbestäubung bei den nächstbesuchten Blüthen möglich macht. Noch kommt ein weiterer Umstand in Betracht, welcher die Chancen der Fremdbestäubung noch wesentlich erhöht: Die Pollenmassen, wie wir sie sammt Stielen und Klebscheibchen in Fig. 57 C stark vergrößert dargestellt haben, bestehen nicht etwa aus gleichmäßig zusammenhängenden Körnern, sondern aus mehreren Stockwerken von kleinen Paketchen, die nur durch dünne elastische Fäden mit einander verbunden und stockweise abtragbar sind (Fig. 57 D). Kommt die Schnepfenfliege mit den frisch festgeketteten Pollinien (po' in Fig. 57 B) zu einer zweiten Blüthe von Orchis maculata, so wird von der Narbe dieser zweiten Blüthe (st in Fig. 58) nur die oberste Etage der Pollenpaketchen festge-

halten, während die nicht mit der Narbenfläche in Berührung gekommenen Paketchen der Fliege weiterhin aufhaften bleiben. Bei einer dritten Blüthe wird eine zweite Etage von Pollenpaketchen abgehoben, bei einer vierten Blüthe abermals eine weitere Etage u. s. f. bis sämmtliche Paketchen ihre Bestimmungsstelle gefunden haben und die Fliege fast ganz entlastet ist. (In Fig. 57 E ist ein fast vollständig abgetragenes Pollinium dargestellt.) Es leuchtet ein, daß auf diese Weise von einem einzigen mit Pollinien behafteten Insekt der Reihe nach mehrere Blüthen bestäubt werden können, ohne daß nothwendig bei jedem Besuch neue Pollenmassen für die folgenden Blüthen mitgenommen werden müssen.

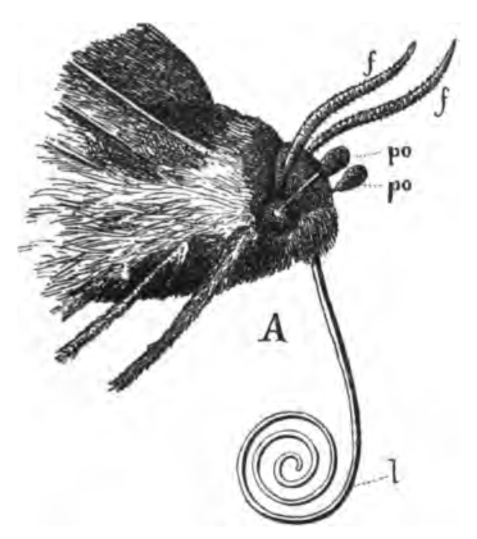


Fig. 59. Vordertheil eines Schmetterlings, Sphinx drupiferarum, welcher in Folge eines Blüthenbesuches bei Platanthera orbiculare mit Orchideen-Pollinien po po behaftet ist, von der Seite gesehen, stark vergrößert (nach Asa Gray).

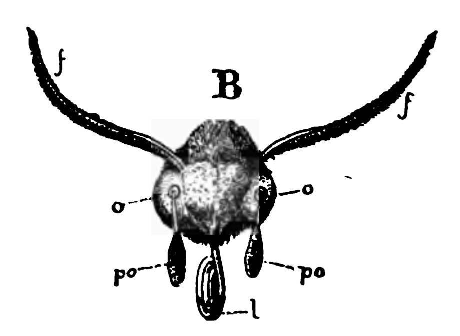


Fig. 60. Der Kopf desselben Schmetterlinges (vergl. Fig. 59), eine Minute später. Die Pollenmassen po po, welche in Fig. 59 noch schief nach Oben gerichtet sind, haben sich im Verlauf einer Minute — auf den Augen o des Schmetterlings haftend, abwärts gekrümmt gegen den langen eingerollten Honigrüssel l.

In Fig. 59 und 60 bedeutet:

f — Fühler.

o — Auge.

l — langer Honigrüssel.

po po — die beiden gestielten Pollinien.

Hievon kann sich der aufmerksame Naturfreund ohne Weiteres sofort selbst überzeugen, wenn er mit einer passend zugeschnittenen Bleistiftspitze in ähnlicher Weise wie das Insekt zum Honigsporn vorzudringen versucht, wobei eine Stelle der Bleistiftspitze mit dem Rostellum der vorher noch intakten Blüthe in Berührung geräth und nun mit den festklebenden gestielten Pollenmassen behaftet wird. Zieht man den Stift sorgfältig zurück, so kann man im Verlauf von 20, 30—60 Sekunden die zierliche Bewegung der Pollenmassen ohne Mühe von Anfang bis zu Ende verfolgen. Bringen wir nachher dieselbe Bleistiftspitze in eine zweite Blüthe, so treffen die gegen die Spitze geneigten Pollinien mit der Narbe dieser zweiten Blüthe zusammen; ziehen wir den Stift zurück, so sehen wir, daß bereits eine obere Etage der Pollenpaketchen abgetragen ist. Bei einer dritten Blüthe bleibt die zweite Etage auf der Narbe, in der vierten Blüthe die dritte Etage u. s. w.

Es ist auch nicht schwer, bei fleißigem Beobachten in freier Natur, gelegentlich auf Insekten zu stoßen, die mit solchen Orchideen-Pollenmassen hornartig bewaffnet sind. In der That haben Bienenzüchter schon lange, bevor diese Geheimnisse der Orchideen-

Liebesgeschichten enträthselt wurden, gelegentlich Bienen in ihre Körbe zurückkehren sehen, welche derlei Pollinien auf dem Kopfe trugen. Insektensammler berichten von verschiedenen Insekten, die sie nicht nur mit zwei, sondern sogar mit einem ganzen Büschel zahlreicher Pollinien behaftet fanden. Es sind auch nicht etwa bloß Fliegen, sondern auch Schmetterlinge und andere Insekten, welche die Orchideen nach Honig absuchen und hiebei Fremdbestäubung vermitteln (vergl. Fig. 59 und 60). Auch bei dieser Pflanzenfamilie würde der Ausschluß von Insekten verhängnißvoll sein. Es sind nur wenige Arten von Orchideen bekannt geworden, bei denen ohne Insektenbesuch Befruchtung eintreten kann und auch in diesen Fällen, wo fast regelmäßig Selbstbestäubung stattfindet (wie bei der bienenförmigen Frauenthräne, Ophrys apifera), ist zufällige, gelegentliche Fremdbestäubung nicht ausgeschlossen.

Die Knabenkräuter haben sich verschiedenen Insektenformen angepaßt: Orchideen z. B. mit sehr langem Honigsporn werden nur von langrüsseligen Insekten, von Schwärmern besucht, von denen ein Repräsentant oben in Fig. 59 und 60 zur Darstellung kam. Bleiben die zugehörigen Insekten aus, so gehen die Blüthen unbefruchtet dahin. Es existirt kein glänzenderes Beispiel in der Pflanzenwelt, bei welchem die Nothwendigkeit des Insektenbesuches und die Anpassung der Blumen an ihre Liebesboten drastischer zum Ausdruck gelangen würde, als bei den Orchideen.

Jene bei der Fremdbestäubung der Orchideen regelmäßig mitwirkenden Insekten müssen sich von den besuchten Blumen wie aus dem Vorstehenden ersichtlich ist, mancherlei Schabernack gefallen lassen. Es ist für einen Schmetterling mit dem langen einrollbaren Honigrüssel (vergl. Fig. 59) gewiß nicht sehr angenehm, wenn ihm beim Besuch von Orchideenblüthen bald an dieser, bald an jener Stelle des Kopfes oder gar des schlanken Rüssels die gestielten Pollenmassen aufgekittet werden. Darwin gibt in seinem klassischen Werk „über die Einrichtungen zur Befruchtung britischer und ausländischer Orchideen durch Insekten" in Fig. 4, die Abbildung von Kopf und Rollrüssel eines Schmetterlinges (Acontia luctuosa), wo an dem schlanken Honigrüssel nicht weniger als 7 Paar Pollinien von Orchis pyramidalis festgekittet sind. Und bei einem andern Schmetterling sah Darwin nicht weniger als 11 Paare gestielter Pollenmassen auf dem Rüssel sitzen, so daß dieser fast bäumchenartig aussah. „Diese unglückliche Caradrina (Name des betreffenden Insektes) konnte mit ihrem Rüssel kaum mehr den Grund der Honigbehälter erreichen und hätte wohl bald sterben müssen". Aber im Allgemeinen lassen sich die naschsüchtigen Honigsammler durch derlei Erfahrungen nicht vom weitern Besuche der Blüthen abhalten. Ja es gibt Beispiele von andern Blumen, bei denen die Insekten ihre Naschsucht mit dem Tode bezahlen, so zwar, daß die Blume hiebei bestäubt wird auf Kosten eines Insektenlebens. Das sind jedoch im Vergleich zu den übrigen Fällen, wo nicht allein für die Blume, sondern auch für das honigleckende Insekt Nutzen erwächst, Ausnahmen; aber auch diese Ausnahmen können den Charakter einer Regel oder sogar eines Gesetzes annehmen.

Bei den meisten Knabenkräutern mit spornartigem Honigbehälter wird, wie dies bei unserer gefleckten Orchis der Fall ist, der Honigsaft nicht ausgeschwitzt, sondern er bleibt in der Wandung des Honigspornes eingeschlossen, anstatt sich in die Höhle des Spornes selbst zu ergießen. Die Insekten sind also gezwungen, nachdem sie den Rüssel in das Innere des Nectariums geschoben haben, dort auch die Wand anzubohren, um den Saft lecken zu können. Der Weg zu dieser honigbietenden Stelle wird den Insekten

durch besondere farbige Zeichnungen auf den Blumenblättern untrüglich vorgezeichnet. Die Honiglippe, das sogen. Labellum der Orchideenblüthe, ist in diesem Sinne mannigfaltig gezeichnet mit verschiedenen Pigmentflecken und Linien, die alle nicht etwa zufällige oder launenhafte Gebilde der Natur, sondern Resultate der natürlichen Zuchtwahl darstellen.

Darwin hat auch gezeigt, wie unschwer es ist, gerade bei diesem Anlaß das Princip der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein zur Geltung kommen zu sehen. Der freundliche Leser ist vielleicht geneigt, „den Kampf um's Dasein" in der Pflanzenwelt in Abrede zu stellen — und dennoch existirt dieser Daseins-Kampf auch im stillen Reich der Gewächse. Hier ein Beispiel: In Deutschland, England und in der Schweiz finden sich unter denselben Existenz-Bedingungen und an denselben Standorten nebeneinander zwei verschiedene Orchideen, von denen aber die eine, nämlich Orchis pyramidalis in viel zahlreicheren Exemplaren vorhanden ist, als die andere: Ophrys apifera. Letztere zeigt sich nur in vereinzelten, fast seltenen Individuen; der Platz wird von der ersteren, nämlich dem Pyramiden-Knabenkraut beherrscht. Nun hat aber Darwin auf einer grasigen, das Meer überhängenden Küste, wo wegen des Mangels an schützenden Buschwerken und wegen der ungehinderten Winde keine oder nur wenige Schmetterlinge vorkommen, das Zahlenverhältniß zwischen jenen beiden genannten Orchideen umgekehrt gefunden, hier war Ophrys apifera, die sich durch Selbstbefruchtung (ohne Insektenbesuch) fortpflanzen kann, viel zahlreicher vertreten, als Orchis pyramidalis, welche nur mit Hülfe von Schmetterlingen befruchtet wird. Auf dieser Küstenfläche erwies sich also Ophrys apifera stärker, als ihre auf anderem Boden sonst stärkere Gegnerin, Orchis pyramidalis, weil der letztern die genügende Zahl von Liebesboten nicht zur Deposition stand und somit ihre Fruchtbarkeit eine beschränktere blieb. So kann denn die Abwesenheit einer Insektenart hinreichend Grund sein für das Nichtgedeihen und Nichtfortkommen mancher Pflanzenarten, die sich sonst in den betreffenden Gegenden ganz wohl befinden müßten.

Die vorstehende Skizze über die Verhältnisse der Fremdbestäubung bei den Orchideen mag hinreichen, beim einen und andern unserer Leser oder bei den blumenfreundlichen Leserinnen jenes Interesse wachzurufen, welches diese Wunderblumen unserer Wiesen und Wälder beanspruchen, um verstanden zu werden. Um jede Orchis-Art und ihre Schwester-Gattungen spinnt sich ein besonderer Roman; das hat Darwin in dem obengenannten Werke gezeigt, das sagt uns auch der treffliche H. Müller in seinen beiden größeren Werken: „Die Befruchtung der Blumen durch Insekten" (Leipzig 1873) und „Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben" (Leipzig 1881).

Das Verständniß der lebendigen Natur wächst von Tag zu Tag und je weiter wir in die Details der Blumenverhältnisse eindringen, desto anmuthiger und herrlicher offenbart sich die Ursache des Formen- und Farbenreichthums der Blumen unserer Auen und die Phantome „Zufall" und „Naturspiel" weichen der Einen, strahlendhellen Gestalt: der Erkenntniß des Zusammenhanges zwischen Ursache und Wirkung.

———————

16. Die Quittenblüthe und ihre Fruchtbildung. (Cydonia vulgaris, Pers.)

Der von schwerer Fruchtlast gebeugte Apfelbaum, die goldene Birne und die duftende Quitte — ja sie vermögen auch dem Gleichgültigsten unter denen, die durch die lebende Natur wandeln, einen anerkennenden Blick lebhafter Interessen abzugewinnen, während das Auge des bauenden Landmannes und emsigen Gärtners mit Wollust auf jenen Objekten verweilt, der eine in frommem Gemüthe Gott dankend, daß auf die Zeit schwerer Arbeit endlich wieder einmal Tage frohen Erntens getreten sind, der andere selbstgefällig sich die Hände reibend, weil die vernünftige Pflege, die er dem Baume hat angedeihen lassen, ihn nicht zu Schanden werden ließ. Aber sie Alle wissen nicht, oder sie haben's wieder vergessen, wem sie es in erster Linie zu danken haben, daß aus der rosigen Apfelblüthe ein rothwangiger Apfel, aus der schweeweißen Birnblüthe eine goldene Birne und aus der von blassem Purpurroth angelaufenen Quittenblüthe eine süß duftende Quitte geworden ist. Die Bienen haben den Zauber vollbracht; sie sind es, welche im blühenden Mai ohne Rast von Baum zu Baum, von Blumenstrauß zu Blumenstrauß schweben und jene Liebesdienste unbewußt verrichten, ohne welche es weder Birne, noch Apfel, noch Quitte geben würde. Man nehme plötzlich aus einer obstbautreibenden Gegend die Bienen und Hummeln hinweg — und ebenso plötzlich wird der Segen der Kernobstbäume ausbleiben.



Fig. 61. Hauptfigur in der Mitte: Eine offene Quittenblüthe mit der honigsaugenden, Fremdbestäubung vermittelnden Biene, letztere an ihren Hinterbeinen Blüthenstaubhöschen tragend.
a a — Staubbeutel; st — Narben am obern Ende der Griffel. Links von der Hauptfigur ein blüthentragender Quittenzweig, verkleinert; rechts unten eine Quitte mit der aus den bleibenden Kelchblättern bestehenden Fruchtkrone K.
(Nach Dobel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen).

Wir haben zur Erhärtung dieser Wahrheit die Darstellung der Quittenblüthe gewählt, wo die zur Sprache kommenden Verhältnisse im Wesentlichen mit den entsprechenden in der Blüthe des Apfel- und Birnbaumes übereinstimmen. — Die Quittenblüthe und ihre Bestäubung durch Bienen ist somit der Typus für unsere wichtigsten Kernobstbildner; haben wir jene recht verstanden, so ist uns auch das Verständniß für diese geworden.

Während bei der Passionsblume (vergl. Fig. 54 und Fig. 55) die aus Kelch und Krone bestehende Blüthenhülle einerseits und der aus Staubblättern und Fruchtknoten sammt Griffeln bestehende Geschlechtsapparat anderseits durch die bedeutende Streckung eines Theiles

der Blüthenaxe weit auseinander gerückt erscheinen, finden wir bei der Quitte sämmtliche Blattkreise in der Blüthe an der sehr verkürzten Blüthenaxe dicht zusammengedrängt, wie dies ja bei den meisten andern Blüthenpflanzen auch der Fall ist. Aber während bei den Passionsblumen der Fruchtknoten am höchsten steht, sind die entsprechenden weiblichen Theile bei der Quitten-, Apfel- und Birnblüthe in den tiefsten Theil der Blume versenkt. Der Blüthenstiel erweitert sich nämlich am obern Ende in ein schüsselartiges Organ (Py in dem Hauptbild von Fig. 62), auf dessen oberen (Schüssel-) Rand die Kelch- und Kronblätter, sowie die Staubfäden eingefügt sind, während die **eigentlichen** Fruchtknoten (Gy Gy im mittleren Bild von Fig. 62) tief unten in der Basis jener Schüssel entspringen und seitlich mit den Wänden verwachsen sind. Nicht die Fruchtknoten, sondern die Wandungen der schüsselartig erweiterten Blüthenaxe werden zum saftigen Fleisch der Quitte, des Apfels und der Birne; die eigentlichen Fruchtknoten verwandeln sich in das bekannte pergamentartige Kerngehäuse der reifen Frucht (Gy in den beiden kleinen Figürchen rechts und links vom Mittelbild in Fig. 62).

Aehnlich wie bei der gemeinen Osterluzei (Fig. 43 und 44) die Narbe der offenen Blüthe früher empfängnißfähig ist, als die Blüthenstaubkörner in Freiheit gelangen, finden wir bei der Quittenblüthe ebenfalls die Narben bedeutend **früher** für die Aufnahme der Pollenkörner bereit, als die Staubbeutel derselben Blüthe ihren Inhalt entleeren. Dieses interessante Verhalten theilt die Quittenblüthe mit vielen andern Pflanzenarten derselben Familie und zwar zeigen sich ähnliche Verhältnisse bei folgenden apfelblüthigen Gewächsen: Birnbaum und Apfelbaum (Pirus communis und Pirus malus), Vogelbeerbaum (Sorbus aucuparia), Weißdorn (Crataegus Oxyacantha) und der gemeinen Bergmispel (Cotoneaster vulgaris).

Der Quittenbaum, an dem wir unsere Beobachtungen angestellt haben, begann am 14. Mai (1881) zu blühen; 16 Tage später, am 30. Mai hatte er vollständig verblüht und reichlich Früchte angesetzt.

Unser Leser findet bei Fig. 61 links einen beblätterten Zweig mit drei Quittenblüthen in verschiedenen Stadien dargestellt. Ganz junge Blüthenknospen sind vollständig vom Kelch umgeben, indem die Blätter des letzteren über dem Scheitel der Knospe zusammenneigen. Aber alsbald, kaum nachdem die Blüthenknospen ein Drittel ihrer endgiltigen Größe erreicht haben, lösen sich die Kelchblätter vom Scheitel der Knospe los und stehen eine Zeit lang wagrecht ab (vergl. bei der genannten Figur die unterste Blüthenknospe), um sodann, wenn die Knospe zur Hälfte ihrer definitiven Größe herangewachsen ist, sich abwärts zu biegen und sich dicht an den sogenannten „unterständigen Fruchtknoten" und den obersten Theil des Blüthenstieles anzulegen (vergl. die zweite Blüthenknospe von unten). In dieser Stellung — mit rückwärts geschlagenen Blättern — verweilt der Kelch bis nach stattgefundener Befruchtung der Blüthe (vergl. Fig. 61 und 62). Es ist dies eine schöne Anpassung zum Schutze gegen unberufene Gäste; denn durch diese Stellung der auf ihrer Unterseite mit Drüsenhaaren ausgestatteten Kelchblätter einerseits und durch die filzige Wollhaarbekleidung des „unterständigen Fruchtknotens" anderseits werden kleinere Insekten am Hinaufklettern zur Krone und zum Geschlechtsapparate verhindert.

Die Blüthenkrone öffnet sich nur schüssel- oder glockenförmig, wie dies in Fig. 61 dargestellt ist. Erst wenn die Kronblätter abzufallen drohen, breiten sie sich radförmig mehr oder weniger in eine Ebene aus, die senkrecht zur Blüthenaxe steht. An ihrer stiellosen Basis sind die Kronblätter mit einem Bart langer einzelliger Haare ausgestattet,

welcher sehr geeignet ist, allfällig an die Krone angeflogene kleinere Insekten abzuhalten, bis zum Centrum der Blüthe, wo sich der Honigsaft findet, kriechend vorzudringen. Die 5 Kronblätter sind in ihrer größten Ausdehnung blendend weiß oder mit einem blassen Rosa angehaucht; gegen den Rand der Kronblätter hin ist der röthliche Farbenton intensiver. Ueberdies ist das ganze Kronblatt von einem zierlichen Netzwerk sehr zarter, aber intensiv rother Adern durchzogen, welch letztere von der Blattbasis ausgehend nach allen Richtungen divergiren und sich mehrfach verzweigen, um am Blattrande in einem engmaschigen Netzwerk aufzugehen. Dadurch erhält die offene Blumenkrone der Quittenblüthe einen berückenden Farbenzauber, welcher Insekten von Ferne her anzulocken vermag, indeß die gegen die Blattbasis zusammenlaufenden rothen Adern den herangekommenen Insekten als Wegweiser zum Honigbehälter dienen.



Fig. 62. Mittleres Bild: Senkrechter Durchschnitt durch eine empfängnißfähige Quittenblüthe. Ax — Oberes Ende des dünnen Blüthenstieles, der sich in das kesselartige Hypanthium Py Py erweitert, in welch letzterem die eigentlichen Fruchtknoten Gy Gy mit den Samenknospen S S liegen. K K — Kelchblätter, nach Abwärts zurückgeschlagen. Dr — Drüsenhaare auf der Unterseite der Kelchblätter. Cr Cr — Kronblätter. f' f'' f''' — Staubfäden in den aufeinanderfolgenden Stadien während des Oeffnens der Blume. a' a'' a''' — die zugehörigen Staubbeutel in den relativen Lagen vor dem Oeffnen der Staubfächer. g g — Griffel, st st — Narben, n n — honigabsondernde Gewebe. N N — Honigbehälter. (Diese Figur ist doppelt so groß als die Blüthe in natura.)

Das Figürchen links unten zeigt den Längsschnitt, das Figürchen rechts dagegen den Querschnitt durch eine reife Quitte (stark verkleinert).

Py Py — das saftige Fruchtfleisch der Quitte, hervorgegangen aus dem zum Hypanthium erweiterten oberen Ende der Blüthenaxe. Gy' Gy' — das von reifen Samen erfüllte Kerngehäuse, bestehend aus 5 Fruchtknoten.

(Nach Dodel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

Dicht innerhalb des fünfzähligen Kronblattkreises folgen die Staubblätter, meist zwanzig an der Zahl, in drei, bei der geöffneten Blume nicht mehr unterscheidbare Kreise angeordnet. Der äußerste Kreis besteht aus 10 Staubblättern, nämlich aus 5 mit den Kronblättern alternirenden Paaren, während der 2. und der 3. Staubblattkreis — alle mit einander alternirend — je aus fünf Staubblättern besteht. (Ganz ähnlich gestalten sich die Verhältnisse in Zahl und Anordnung der Staubblätter beim Apfel- und Birnbaum, beim Vogelbeerbaum und bei den meisten Weißdorn- (Crataegus-) Arten.

In jungem Zustand sind die Staubblätter, die sämmtlich an der Basis mit dem untern Filamenttheil gegen die im Centrum der Blüthe aufsteigenden Griffel (g g in Fig. 62) geneigt sind und dadurch den Honigbehälter decken, auch in der obern Hälfte gebogen, so zwar, daß die noch nicht geöffneten Antheren ein- und abwärts gegen die Griffel-

basis gerichtet erscheinen (f' und a' in Fig. 63). Später strecken sich die Staubfäden derart, daß die Antheren emporgehoben werden und sich schließlich, bevor sie sich öffnen, von den Griffeln entfernen. Zuerst geschieht dies mit den Staubblättern des äußeren Kreises; dann folgen die mittleren und zuletzt die inneren, von denen oft die eine oder andere Anthere in ihrer Knospenlage verharrt und sich gar nicht öffnet, bis die Kronblätter abfallen.

Im Centrum der Blüthe, im tiefsten Theil des kesselartigen Hypanthiums Py Py entspringend, finden sich die fünf Fruchtblätter (Gy Gy Fig. 62), jedes für sich in einen Fruchtknoten geschlossen, die später zusammen das fünfkammerige Kerngehäuse darstellen. In jedem Fruchtknoten finden sich bei der Quitte zwei Reihen senkrecht über einander stehender Samenknospen (Anlagen zu den späteren Samen oder „Kernen"). Die Wände der fünf einfächigeren Fruchtknoten sind zur Blüthezeit an ihren Berührungsstellen sowohl unter sich, als auch an ihrer Außenseite mit dem Hypanthium Py verwachsen; aber jeder der fünf Fruchtknoten sendet nach Oben und Außen einen langen Griffel (g g in Fig. 62), der an seinem oberen Ende mit breiter Narbe (st st Fig. 62) endiget. Alle fünf Griffel sind von der Basis an bis in die halbe Höhe mit langen, einzelligen Haaren bekleidet, die — einen dichten Filz bildend — aufwärts gerichtet sind und im Verein mit den gebogenen Basaltheilen der Filamente f' f'' f''' den honigführenden Hohlraum (N N Fig. 62) gegen kleinere unberufene Insekten abschließen.

Das Nectar absondernde Gewebe n n Fig. 62 bildet einen ringförmigen Wulst an der Basis des nach Oben geöffneten schüsselförmigen Raumes, aus dessen Centrum sich die 5 behaarten Griffel erheben. Dieses Gewebe ist wie bei den Nectarien der meisten anderen Pflanzen kleinzellig und intensiver gelb gefärbt, als die benachbarten Gewebepartieen des Hypanthiums. Der Honigsaft sammelt sich in großen Tropfen oder den ganzen Raum erfüllend zwischen der Basis der behaarten Griffel einerseits und dem Nectarium (n n Fig. 62) anderseits. Wie aus dem Bau und der Anordnung der verschiedenen Blüthentheile hervorgeht (Fig. 62, Mittelbild), ist kleineren unberufenen Insekten der Zugang zum Nectarium versperrt; nur langrüsselige, kräftige Insekten vermögen den Honig zu erreichen, indem sie ihren Saugrüssel zwischen behaarter Griffelbasis einer- und Filamentbasis anderseits durchschieben. In der That ist die Quitte der Fremdbestäubung durch Bienen und Hummeln angepaßt.

Hiefür sprechen nicht bloß die oben beschriebenen Verhältnisse des Blüthenbaues, sondern auch der Umstand, daß die Narben der fünf Griffel lange Zeit vorher empfängnißfähig sind, ehe sich die Staubbeutel öffnen. Pollenkörner von andern Quittenblüthen, die durch einen künstlichen Eingriff auf die Narben der kaum geöffneten Blüthe gebracht werden, bleiben dort nicht allein an den klebrigen Narbenpapillen hängen, sondern treiben rasch jene durch die Griffel zu den Samenknospen im Fruchtknoten hinunterwachsenden Schläuche, welche erst die eigentliche Befruchtung vollziehen. Diese Bildung der Pollenschläuche von Seite der fremden Blüthenstaubkörner erfolgt bei rechtzeitiger Bestäubung der Narben bedeutend früher, als die Entleerung der eigenen Staubbeutel einer geöffneten Blüthe.

Die diesbezüglichen Resultate von Versuchen, die ich speziell zur Beweisleistung angestellt habe, mögen hier als sprechende Belege mitgetheilt werden:

Es wurden am 21. Mai (1881) mehrere reichblüthige Quittenzweige abgeschnitten und in Wasser gestellt. Während der folgenden Nacht öffneten sich mehrere der bisher geschlossenen Blüthenknospen im trockenen Zimmer bei Insekten-Abschluß, so daß am

Morgen des 22. Mai zahlreiche Blüthen in noch durchaus jungfräulichem (d. h. unbestäubtem) Zustande zur Verfügung standen. Bei allen diesen Blüthen erwiesen sich die Narben empfängnißfähig, während häufig noch alle Staubbeutel geschlossen, oder erst einige wenige geöffnet und von den unberührten Narben abgewendet waren. Es wurden nun solche jungfräuliche Blüthen sorgfältig abgeschnitten, ihre Narben mit vollkommenem Pollen einer älteren Blüthe bestäubt und nachher die künstlich bestäubte Blüthe, je in einem Glas Wasser stehend, unter eine Glasglocke gebracht, um alle Insekten abzusperren und den Erfolg der Fremdbestäubung zu ermitteln. Hier die diesbezüglichen Resultate, wie ich sie wörtlich meinem Tagebuch entnommen:

No. 1. Jungfräuliche Blüthe in der Nacht vom 21. bis 22. Mai bei Insektenabschluß sich öffnend, zeigt am Morgen des 22. Mai von den 20 Staubblättern noch 7 einwärts gebogene und 13 nach Oben und Außen divergirende, wovon 6 mit eben sich öffnenden Antheren; Narben am Vormittag des 22. Mai mit dem Pollen einer älteren Blüthe bestäubt: zeigen nach 24 Stunden (Vormittags am 23. Mai) zahlreiche lange Pollenschläuche.

No. 2. Jungfräuliche Blüthe wie No. 1; von den 20 Staubblättern 11 nach Oben divergirend, die andern noch einwärts gebogen, keine einzige Anthere geöffnet. Narben wie bei No. 1 mit fremdem Pollen bestäubt: zeigen nach 24 Stunden zahlreiche sehr lange Pollenschläuche.

No. 3. Jungfräuliche Blüthe noch nicht vollständig geöffnet, die Kronblätter noch nach Oben zusammenneigend, 12 Staubblätter nach Oben divergirend, die andern einwärts gebogen, noch keine Anthere geöffnet. Narben mit fremdem Pollen bestäubt; zeigen nach 24 Stunden zahlreiche große Pollenschläuche.

No. 4. Jungfräuliche Blüthe, noch nicht ganz geöffnet wie No. 3, 10 Staubblätter nach Oben divergirend, die übrigen 10 Staubblätter noch einwärts gebogen, keine einzige Anthere geöffnet. Nach 24 Stunden wie bei No. 3 zahlreiche große Pollenschläuche in Folge künstlicher Fremdbestäubung.

No. 5. Jungfräuliche Blüthe, über Nacht ganz geöffnet, aber erst 7 Staubblätter nach Oben divergirend, die andern alle noch einwärts gebogen; keine Anthere geöffnet. Nach 24 Stunden in Folge künstlicher Fremdbestäubung zahlreiche große Pollenschläuche.

No. 6. Offene Blüthe, von welcher der Pollen zur Bestäubung sämmtlicher fünf vorgenännter jüngerer Blüthen genommen wurde. Die Narbe mit dem vollkommenen eigenen Pollen bestäubt, zeigt nach 24 Stunden nur wenige kleinere Pollenschläuche. Es scheint, daß die Narbe dieser Blüthe schon zum größten Theil trocken und empfängnißunfähig war, während der Pollen sich in bestem Reifezustand befand.

Diese Thatsachen lehren auf die unzweideutigste Weise die ausgesprochene Proterogynie der Quittenblüthe, d. h. die der Entleerung des Blüthenstaubes vorausgehende Empfängnißfähigkeit der Narbe, was man durch ein unschönes deutsches Wort mit dem Ausdruck „Vorweibigkeit" (an Stelle von „Proterogynie") bezeichnen könnte. Jene sechs Experimente lehren aber auch unwiderleglich die großen momentanen Erfolge rechtzeitig eingetretener Fremdbestäubung.

Wiederholte Versuche, bei denen die Narben einer geöffneten Quittenblüthe mit

dem eigenen Pollen bestäubt wurden, ergaben verschiedene Resultate. In den einen Fällen entwickelten sich Pollenschläuche, in andern Fällen vermochte der Pollen auf der eigenen Narbe nicht zu keimen. Dies letztere war z. B. der Fall bei der in Fig. 61 (Mittelbild) dargestellten Blume. Wir müssen also schließen, daß gelegentlich auf die Narbe gelangender eigener Pollen im Nothfall selbstbefruchtend in Function tritt. Aber die Verhältnisse sind bei Cydonia derart, daß in der großen Mehrzahl der Fälle in freier Natur durch die pollen- und honigsammelnden Insekten Fremdbestäubung vollzogen wird, während nur ausnahmsweise der Fall eintritt, daß eigener Pollen auf die empfängnißfähige Narbe gelangt. Fremdbestäubung ist Regel, Selbstbestäubung beim Ausbleiben von Insekten eine höchst seltene Ausnahme, die dann eintritt, wenn von den zusammenhängenden Pollenmassen der divergirenden Staubbeutel bei einer überhängenden oder geneigten Blüthe zufällig einzelne Klümpchen auf die entfernten Narben fallen.

Ueber den Charakter der bei unsern Quitten-, Apfel- und Birnblüthen die Fremdbestäubung vermittelnden Insekten wird der aufmerksame Naturfreund nicht lange im Unklaren sein. An warmen, sonnenhellen Maitagen beobachtete ich stundenlang und zu wiederholten Malen die Besucher der Quittenblüthen: Dutzende von Honigbienen (Apis mellifica) waren stetsfort unausgesetzt emsig mit Sammeln von Blüthenstaub und mit Honigsaugen beschäftiget; alle diese munteren Arbeiterinnen hatten an ihren Hinterbeinen „Höschen" von schwefelgelbem Pollen, der nach dem mikroskopischen Befunde zumeist von Quittenblüthen herstammte. Die Honigbiene erwies sich als die beständigste und emsigste Besucherin, was mit der Beobachtung der obstbautreibenden Landwirthe übereinstimmt, wonach hauptsächlich dann ein reicher Obstsegen (Aepfel, Birnen und Quitten) zu erwarten steht, wenn die betreffenden Bäume zur Blüthezeit von Bienen reichlich besucht werden. Vorübergehend, ohne länger zu verweilen, wurden auch Schwebfliegen, kleine Wespen und mehrere Hummelarten auf den Quitten angetroffen. Die große Gartenhummel (Bombus hortorum) flog rasch auf eine Blüthe (auf ein Kronblatt absitzend) und drang schnell zum Honigbehälter vor, dort lustig Nectar saugend. Auch die Erdhummel (Bombus terrestris) und die Wiesenhummel (Bombus pratorum) ließen sich in einzelnen Exemplaren, die jedoch nicht lange verweilten, sehen. Die geschäftige Honigbiene flog zumeist mitten auf dem Geschlechtsapparat (Staubblätter und Griffel), also auf den zur Bestäubung in erster Linie in Mitleidenschaft gezogenen Blüthentheilen (Fig. 61 Hauptfigur) ab; hier kletterte sie — meistens zuerst die Griffel berührend — von Staubbeutel zu Staubbeutel, um vorerst Pollen zu sammeln. Dann zwängte sie sich, den Hinterleib nach Oben kehrend (Fig. 61) mit dem Vorderkörper zwischen die Staubfäden und saugte, den Rüssel zwischen Staubfäden- und Griffelbasis ins Nectarium schiebend, den Honig aus dem Grunde des letzteren. Bei dieser Arbeit, wo jede Quittenblüthe bei sonnigem windstillem Wetter stündlich von Bienen besucht wird, muß, wie leicht einzusehen, in der Regel Fremdbestäubung vermittelt werden; denn die Honigbiene benimmt sich beim Sammeln und dem nachherigen Honigsaugen derart, daß sie fast regelmäßig erst die Narben und dann die Antheren berührt. Wenn sie von Blüthe zu Blüthe fliegt und hier von Antheren zu Antheren klettert, so hat sie stets ihr haariges Kleid mit Pollen behaftet, der gelegentlich an den Narben frisch geöffneter Blüthen abgestreift wird und dort Befruchtung vermittelt, lange bevor ein Staubbeutel der jungen Blüthe geöffnet ist, also lange bevor überhaupt eigener Pollen auf die Narbe gebracht werden könnte.

Der reife Blüthenstaub von Quitten-, Apfel- und Birnblüthen verträgt das

Naßwerden durch Wasser nicht; frische Pollenkörner der Quitte, die mit Wasser in Berührung kommen, platzen in der Regel nach wenigen Sekunden; das Gleiche gilt von jungen Pollenschläuchen, die auf der bestäubten Narbe liegen und von Wasser benetzt werden. Daraus erklärt sich die Schädlichkeit der atmosphärischen Niederschläge zur Blüthezeit unserer Kernobstbäume, namentlich das Verderben, welche jene kurzdauernden atmosphärischen Niederschläge anrichten, die bei bald sonnigem, bald bewölktem Himmel zu Zeiten des sogenannten „Aprilwetters" unsere blühenden Nutzbäume treffen, da ja in solchen Fällen nicht allein die Bienen an ihrer nützlichen Arbeit verhindert, sondern auch glücklich bestäubte Blüthen durch das Verwaschen der Pollenschläuche in einen sterilen Zustand versetzt werden, indeß die Kronblätter und Staubblätter abfallen. Daraus folgt, daß die Blüthen unserer wichtigsten Kernobstbäume keineswegs so vollkommen ausgestattet sind, wie sie es sein könnten. Es fehlt all diesen geöffneten Blumen eine Einrichtung zum Schutze der Geschlechtstheile gegen die Unbilden der Witterung. In dieser Beziehung ist die Blüthe der gemeinen Bärentraube (Fig. 41) und der Berglilie (Lilium Martagon Taf. VI) unendlich besser ausgestattet. Würde die geöffnete Blüthe des Apfel-, Birnen- und Quittenbaumes eine nickende oder überhängende sein, ungefähr so, wie diejenige der Hain-Anemone (Anemone nemorosa), so wäre der Geschlechtsapparat durch das einfachste Mittel gegen unerwartete, schädigende Regengüsse gesichert. Allein es frägt sich sehr, ob durch diese veränderte Stellung der Blüthe nicht ein anderer, vielleicht noch schwerer in die Wagschale fallender Nachtheil herbeigerufen würde. Offenbar würden die nickenden oder abwärts blickenden Apfel- und Quitten-Blüthen auf die Ferne viel weniger bemerkbar sein, als die nach Oben geöffneten Sträuße; ein großer Theil derselben würde also wohl von den raschen Bienen und Hummeln übersehen und entgingen somit der Frembdbestäubung. Nun läßt sich allerdings denken, daß die so abgeänderten Pflanzen ihren Blüthen anderweitige Lockmittel geben könnten, wodurch der Besuch von Bienen und Hummeln gesichert bliebe. Daß dies nun bei unsern Pflanzen noch nicht geschehen ist, daß daher der Fruchtertrag unserer Kernobstbäume ein vom Wind und Wetter der Blüthezeit abhängiger und ein viel unsicherer ist, als der Fruchtertrag der gemeinen Heidelbeere: das zeigt uns recht deutlich, daß auch die Natur noch keineswegs vollkommen ist, sondern auf sehr verschiedenen Stufen der Unvollkommenheit heute noch Gelegenheit findet, an ihrer weiteren Entwicklung, tastend und versuchend, durch die natürliche Züchtung sich selbst vervollkommnend, weiter zu arbeiten.

17. Die Kornblume. (Centaurea Cyanus.)

Das Symbol des Sommers! Was dem alten Egypter die Lotosblume, das ist dem getreidebauenden Europäer die blaue Cyane — das Sinnbild der ährenschwellenden Fruchtbarkeit. Schnitterinnen flechten sich Kornblumen in's Haar, ehe sie vom Weizenfeld heimkehren, und in der That: die Cyanen kleiden gut; berückend ist die Milde ihres Blaues, edel die Architektur ihres Baues, treu ihre Farbe und wunderbar ihre Ausstattung im Detail. Man hat sie in hundert Liedern besungen und die Farbentechnik der Blumen-Maler hat sich an ihrem Bilde geübt, aber die Wenigsten von Jenen, die sich an ihrer Schönheit erbaut, haben es gewußt, welche Fülle natürlicher „Wunder" der Kelch einer geöffneten Kornblume in sich schließt.

Wenn unter den Monocotyledonen die Knabenkräuter (Orchideen) wegen ihrer hohen Differenzirung in dem Bau und der Ausstattung ihrer Blüthen (man vergleiche den Aufsatz über das gefleckte Knabenkraut, pag. 232 u. folg.) im natürlichen System die höchste Stelle angewiesen erhielten, so sind es unter den Dicotyledonen unstreitig die *Korbblüthler oder Compositen*, welche bei einer natürlichen Gruppirung in dieser Klasse die höchste Rangstufe, den ersten Platz einzunehmen haben. Denn bei diesen Gewächsen ist die züchtende Natur zu Resultaten gelangt, welche den mit diesen Einrichtungen ausgestatteten Pflanzen so viele Vortheile bieten, wie dies bis jetzt keiner andern Pflanzengruppe vergönnt ward. Hier feiert — bildlich gesprochen — die natürliche Zuchtwahl Triumphe, welche es uns erklären, warum in der jüngsten Periode geologischer und biologischer Entwicklung, seit der Tertiärzeit bis in die Gegenwart, gerade die Korbblüthler eine Ausbreitung erlangt haben, welche in der lebenden Pflanzenwelt ohne Beispiel dasteht, bilden ja doch gegenwärtig die Compositen ungefähr den zehnten Theil aller Blüthenpflanzen und ist ihre Species-Bildung noch nicht abgeschlossen, da ja gegenwärtig noch mehrere Gruppen der Korbblüthigen (wir erinnern hier an die Habichtskräuter — Hieracium-Arten) in einem Umwandlungsprozeß begriffen sind. Wenn daher von der „Liebe der Blumen" die Rede ist, so dürfen wir der Compositen nicht vergessen.

Zu den dieser Pflanzenfamilie zukommenden Eigenthümlichkeiten, welche ihr einen großen Vortheil im Wettbewerb um die Existenz gewähren, nennt *Hermann Müller*, unser unermüdliche Blumenforscher, in erster Linie: „*Die Vereinigung vieler Blüthen zu der Genossenschaft eines Blüthenkörbchens*", weil dadurch die Augenfälligkeit der Blüthen weit größer wird, als wenn letztere einzelnstehen würden. Hiedurch wird folgerichtig der Insektenbesuch ein weit ausgiebigerer. Dieser Vortheil



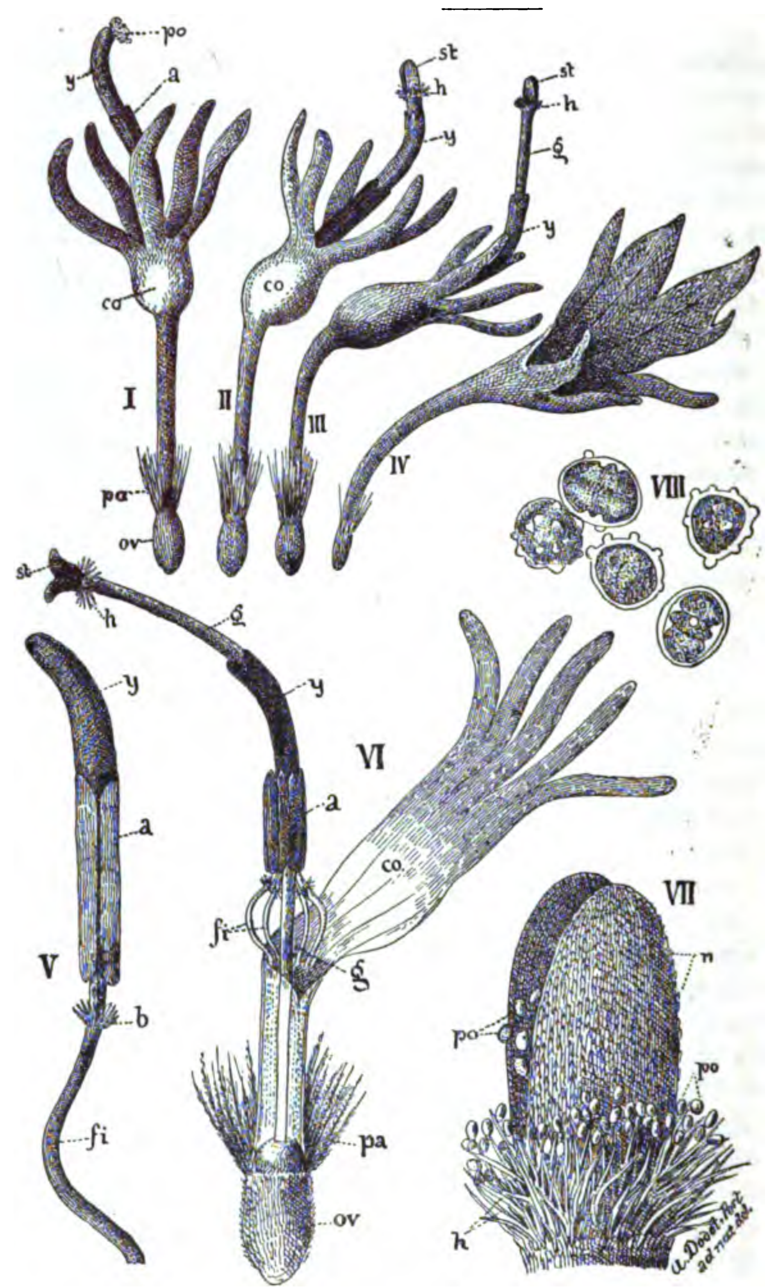
Fig. 63. Kornblumen (Centaurea Cyanus) mit den sie besuchenden und Bestäubung vermittelnden Insekten: Plusia gamma — die Gamma-Eule, rechts fliegend, links oben in einem Körbchen sitzend und honigsaugend. Empis livida — die Schnepfenfliege, auf dem geöffneten Körbchen rechts, im Begriff, gegen die mittleren Blüthen vorzuschreiten.

wird in den meisten Fällen noch dadurch erheblich gesteigert, daß entweder die Blüthen einzeln ihre Blumenkrone nach Außen biegen, wie dies z. B. bei den Disteln und Artischoken der Fall; oder daß die einzelnen Blüthen ihren Kronsaum zu einem langen, nach Außen gerichteten Lappen entwickeln, wie wir dies bei den Cichorien und beim Löwenzahn antreffen; oder daß die Randblüthen auf Kosten ihrer Staubgefäße oder beiderlei Geschlechtsorgane sich zu strahlig vom Blüthenkörbchen abstehenden, gefärbten Blättern entwickeln, welche die augenfällige Fläche der ganzen Genossenschaft um das Mehrfache vergrößern (Beispiele: Aster, Gänseblümchen, Margarethchen); oder endlich dadurch, daß die äußersten Blüthenstand-Deckblätter diese Rolle übernehmen.

Ferner wird durch die Vereinigung vieler Blüthen zu einem Körbchen den Insekten ermöglichet, in kürzester Zeit zahlreiche Blüthen auszunützen und zu befruchten; dadurch ist die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung durch Insekten enorm gesteigert gegenüber jenen Pflanzen, bei denen kleine Blüthen einzeln stehen. Dieser Vortheil steigert sich häufig noch in hohem Grade dadurch, daß die Scheibenblüthen des Körbchens sich zu einer das Darüberhinlaufen der besuchenden Insekten gestattenden Fläche zusammendrängen, aus welcher die Geschlechtstheile weit genug hervorragen, um die gleichzeitige Befruchtung zahlreicher Blüthen zu ermöglichen. Weiterhin macht die Vereinigung vieler Blüthen zu einem Körbchen die Ausbildung der jedes einzelne Blüthchen schützenden Kelche überflüssig, weil der Gesammtkelch (die sogen. Hülle, das Involucrum) des ganzen Blüthenkörbchens auf einmal jene schützende Rolle übernimmt, wodurch die Einzelkelche ihrer ursprünglichen Function enthoben und entweder ganz erspart, oder aber zu Fallschirmen (Flugorganen) umgewandelt werden können, welch letztere bei der Aussaat der Samen durch den Wind oder auch durch Thiere von enormem Nutzen sind.

Ein weiterer Vortheil der Compositenblüthe besteht in der Leichtzugänglichkeit des Honigs, worin die Korbblüthler mit den Doldengewächsen übereinstimmen und daher sich einer großen Zahl besuchender Insekten erfreuen. Aber gegenüber den Doldengewächsen, welche ihren Honig nicht allein allen möglichen Insekten, sondern auch dem Regen aussetzen. stehen die Compositen wieder darin im Vortheil, daß sie ihren Honig nicht nur gegen den Regen schützen, sondern zum großen Theil auch den fleißigsten und erfolgreichsten aller blumenbesuchenden und Fremdbestäubung vermittelnden Insekten, nämlich den Schmetterlingen und Bienen reserviren, welche gar oft die Umbelliferen vernachlässigen, weil ihnen dort zahlreiches anderes Gesindel zuvorkommt und den Honig vorwegnimmt, was bei den Compositen mit ihren engen, honigführenden Kronröhren nicht der Fall.

Endlich besitzen die Compositen einen Bestäubungs-Mechanismus, welcher in seinen Effekten nicht minder bewunderungswürdig ist, als die Einrichtungen zur Fremdbestäubung, wie wir sie bei den Orchideen (vergl. Nr. 15 „Das gefleckte Knabenkraut") und bei so vielen Lippenblüthlern, z. B. bei Salvia (s. Fig. 40) kennen gelernt haben. Bei allen Compositen wird der Blüthenstaub reif und gelangt zur Entleerung und Abgabe an die honigsuchenden Insekten lange bevor die Narben reif und zur Bestäubung exponirt werden. Jede einzelne Blüthe ist daher beim Aufblühen erst längere Zeit männlich. Dann folgt ein zweites Stadium, wo die Narbe empfängnißfähig, der Pollen aber bei Insektenzutritt längst weggeführt ist, so daß die Blüthe in diesem Stadium weiblich erscheint. Man nennt dieses Verhältniß, welches im Gegensatz zur Proterogynie steht — Proterandrie („Vormännigkeit") und Blüthen, welche



diese Einrichtung zeigen, **proterandrische Blüthen.** Ebenso wie die Proterogynie der Apfel-, Birnen- u. Quittenblüthen, so begünstiget auch die Proterandrie der Compositen-Blüthen in hohem Maße die **Fremdbestäubung:** letztere ist bei den Korbblüthlern zur **Regel** geworden.

Die blaue Kornblume ist bekanntlich als Getreide-Unkraut seit alten Zeiten im südlichen u. mittleren Europa, sowie in Vorderasien verbreitet und wird gegenwärtig nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika vielerorts als Zierpflanze in Gärten gehalten. Im Herbste keimend, überdauert sie den Winter als kleines unscheinbares Pflänzchen, das sich im folgenden Früh-

Fig. 64. Einzelblüthen und Blüthentheile der blauen **Kornblume** (**Centaurea Cyanus**)
I. II. III. Zwitterige Blüthen des Mittelfeldes in natürlicher Aufeinanderfolge vom Centrum des Körbchens gegen die Randblüthe IV hin, vergrößert. ov — Fruchtknoten, pa — Pappus, co — Glöckchen der Blüthenkrone, a — Antherenröhre, y — scheidenförmige Verlängerung der Antherenröhre, g — Griffel, h — Griffelbürste, st — Narbe, po — Pollenkörner.
IV. Eine (sterile) Randblüthe.
V. Ein einzelnes Staubblatt, vergrößert. fi — Filament, b — kleiner Haarkranz am obern Filamenttheil, a — Anthere, y — hornartige Verlängerung der Anthere zur Bildung einer scheidenartigen Fortsetzung der Antherenröhre.
VI. Eine Zwitterblüthe des Mittelfeldes, mit aufgeschlitzter Kronglöckchenwand co, den reizbaren Staubfaden-Apparat fi zeigend. Bezeichnungen wie in den vorhergehenden Figuren.
VII. Empfängnißfähige Narbe n mit der Haarbürste h und den Pollenkörnern po, stärker vergrößert.
VIII. Blüthenstaubkörner in frischen Zustand, 270 Mal vergrößert.
(Alle Figuren nach dem Leben gezeichnet.)

jahr alsbald zu einer 30—60 oder mehr Centimeter Höhe erreichenden, aufrechten, unregelmäßig verzweigten Staude entwickelt. Die Blätter sind lineal-lanzettlich, am oberen Ende in eine Spitze auslaufend. Während die untersten Blätter zuweilen dreitheilig oder doch gezähnt sind, erscheinen die oberen, zur Blüthezeit noch vorhandenen Blätter immer ganzrandig. Die Blätter sowohl als die schlanken, rasch verholzenden Stengel und Zweige sind grau behaart, daher nie lebhaft grün gefärbt. Zur Zeit der Roggen- und Weizenblüthe entwickeln sich an den Enden der Stengel und ältesten Zweige die ersten Blüthenkörbchen. In kurzer Zeit vermehren sich diese kobaltblauen Blumen derart, daß sie überall aus dem Wald der schlanken Roggen- und Weizenhalme hervorgucken und nun bis nach Beendigung der Ernte einen charakteristischen Bestandtheil der Hochsommer-Flora ausmachen.

Das einzelne Blüthenkörbchen der Kornblume zeigt auf dem medianen Längsschnitt einen nach Oben schwach gekrümmten Blüthenboden (Receptaculum), auf welchem, von den dachziegelig angeordneten Hüllblättern des gemeinsamen Kelches (Involucrum) umgeben, acht bis zwölf große, geschlechtslose Randblüthen (IV in Fig. 64) und dreizehn bis fünfundzwanzig oder mehr röhrige, mit beiderlei Geschlechtsorganen ausgestattete, fruchtbare Mittelblüthen (I., II. und III. Fig. 64) stehen. Wie schon aus Figur 63 mit den zwei geöffneten Blüthenkörbchen hervorgeht, sind die Mittelblüthen bedeutend kleiner als die Randblüthen und nehmen dieselben, obgleich sie in größerer Anzahl als diese letzteren vorhanden sind, nur den kleinern Theil der blau und dunkelviolet schimmernden Fläche des geöffneten Körbchens ein. Bei den in Figur 63 dargestellten zwei offenen Kornblumen sitzt auf dem links stehenden Körbchen die saugende Gamma-Eule (Plusia gamma) auf den Mittelblüthen, am Körbchen rechts dagegen die Schnepfen-Fliege (Empis livida) auf einer Randblüthe. — In der That sind die Randblüthen äußerst luxuriöse Verzierungen, welche den Durchmesser der die Insekten so erfolgreich anlockenden Blumenfläche verdreifachen. Freilich haben diese prunkenden, kobaltblauen Randblüthen nur verkümmerte Geschlechtsorgane; der Staubblattapparat fehlt ihnen vollständig und von den weiblichen Blüthentheilen ist Nichts übrig geblieben, als ein verkümmerter Fruchtknoten, der keine Samenknospe enthält, keinen Griffel und keine Narbe bildet, also absolut unfähig ist, einen Samen zu bilden. Die Randblüthen sind vollständig vom direkten Dienste der geschlechtlichen Fortpflanzung zurückgetreten; um so wirkungsvoller traten sie in den indirekten Dienst des Geschlechtslebens; sie entwickelten sich zu ausschließlichen Lockmitteln gegenüber den die Fremdbestäubung vermittelnden Insekten.

Das einzelne Randblüthchen (IV. in Fig. 64) sitzt mit seinem verkümmerten Fruchtknoten an der Peripherie des mit zarten, fast haarförmigen Spreublättchen besetzten Blüthenbodens. Ueber dem verkümmerten Fruchtknoten erhebt sich eine im untern und mittlern Theil sehr enge, nach Oben sich allmälig erweiternde Kronröhre in einer Länge von 12—16 Millimeter. An vollständig geöffneten Körbchen werden die Randblüthen so gebogen, daß ihre oberen Theile wagrecht nach allen Richtungen ausstrahlen, wie aus Figur 63 hervorgeht. An dem oberen, trichterartig erweiterten Ende der Randblüthen-Röhre finden sich sieben oder acht Kronlappen (IV. in Fig. 64), welche durch mehr oder minder tief klaffende Einschnitte von einander getrennt sind. In der Regel überragen die vier, im geöffneten Körbchen oben liegenden Kronlappen die drei oder vier unteren, welche bedeutend kleiner sind, um ein Beträchtliches. Da alle diese Lappen

trichterförmig auseinanderstehen und alle sichtbaren Theile der Randblüthen prächtig kobaltblau gefärbt sind, so verleihen sie dem ganzen Körbchen, gleichviel von welcher Seite es betrachtet werde, einen ungemein effektvollen Reiz, der so lange anhält, bis auch das letzte Blüthchen im Innern des Körbchens vollständig entwickelt und befruchtet ist; denn selbst welkende und trocken werdende Randblüthen verändern Form und Farbe sehr wenig. Alles ist an diesen Gebilden bloß für das Auge berechnet; denn Aroma und Honigabsonderung gehen den Randblüthen vollständig ab.

Anders verhält es sich mit den 13—25 zwitterigen Blüthen des Mittelfeldes (I., II., III. Fig. 64). Der Fruchtknoten derselben (ov Fig. 64 I und VI) ist wohl ausgebildet, von eiförmiger Gestalt. Er sitzt ebenfalls direkt auf dem mit farblosen Spreublättchen besetzten Blüthenboden und schließt eine einzige, wohlentwickelte Samenknospe ein, während an seinem obern Ende, die Basis der Kronröhre umgebend, ein Kranz dicht stehender, ungleich langer Haare die sogenannte Federkrone, den Pappus (pa in I. und VI. Fig. 64) darstellt, der das einzige wahrnehmbare Gebilde des zur einzelnen Blüthe gehörenden eigentlichen Kelches ist.

Innerhalb des Pappus (pa) erhebt sich über dem Fruchtknoten die ziemlich enge, 6—7 Millimeter lange Kronröhre, die sich an ihrem oberen Ende in ein glockenförmiges 2 bis $2^1/_2$ Millimeter hohes Gebilde erweitert (co in I., II. und VI. Fig. 64). Am oberen Rande des letzteren erheben sich fünf ungefähr $3^1/_2$ bis 4 Millimeter lange, aber sehr schmale Kronzipfel, die bei den vollständig geöffneten Blüthen nach allen Seiten ausstrahlen, meistens aber so gebogen erscheinen, daß sie einen nach Oben weit geöffneten, glockenförmigen äußeren Raum markiren. Die Farbe jener 5 Kronlappen variirt bedeutend: an der äußern, obern Spitze sind sie prächtig kobaltblau, wie die Kronzipfel der Randblüthen, weiter abwärts aber, gegen das Glöckchen hin, geht ihre blaue Farbe allmälig in ein blässeres Violett über, welches sich auch über die ganze Außenfläche des Glöckchens (co) verbreitet und an der engen Kronröhre abwärts steigend allmälig ganz erblaßt.

Mit den Kronzipfeln alternirend finden sich am Grunde und im Innern des Kronglöckchens fünf Staubblätter, deren Filamente in der unberührten Blüthe sanft nach Außen gebogen sind (fi in VI. Fig. 64) und nicht ganz die obere Oeffnung des Glöckchens erreichen. An ihren obern Enden tragen sie die langen, mit einander in eine Röhre verklebten Staubbeutel (a in VI. Fig. 64), die ihrerseits selbst wieder nach Oben in eine eigenthümliche Röhre verlängert sind (y in VI. Fig. 64), welche durch scheitelständige Anhängsel (y in V. Fig. 64) gebildet wird und am oberen Ende mehr oder weniger stark gekrümmt ist. Im ersten (männlichen) Stadium der Blüthe, da letztere kaum den Knospenzustand verlassen hat, ist die Antherenröhre als Ganzes (der Anhängseltheil y mit inbegriffen) am Scheitel geschlossen, im zweiten (weiblichen) Stadium der Blüthe aber geöffnet, da der durch die ganze lange Antherenröhre heraufwachsende Griffel bei seiner weitern Streckung, am Scheitel der Röhre angelangt, die fünf Anhängsel etwas auseinander drängt und durch die entstandene Oeffnung hinausragend, weiter wächst (vergl. I., II., III. und VI. in Fig. 64).

Aus dem Grunde der dem Fruchtknoten aufsitzenden Kronröhre erhebt sich der Griffel (g in III. und VI. Fig. 64), der mit dem Fruchtknoten selbst in direktem Zusammenhange steht, am untersten Theil aber, wo er dem Fruchtknoten aufsitzt, von einem kragenartigen Gewebe umgeben ist, welches als honigabsonderndes Organ fungirt und den Namen Nectarkragen erhielt. Der fadenförmige Griffel zieht sich

durch die ganze lange Kronröhre hinauf, passirt die Längsaxe des Kronglöckchens co und setzt sich weiter fort, in die Antherenröhre hineinragend; ja — beim Uebergang vom ersten in das zweite Blüthenstadium durchbricht der Griffel g auch das obere, vorher geschlossene Ende der Antherenröhre (a—y in VI. Fig. 64) und wächst noch weiter, so daß sein oberes Ende zuletzt etliche Millimeter über die letztere hinausragt (g in III. und VI. Fig. 64.)

Das obere Ende des Griffels zeigt im ausgewachsenen, empfängnißfähigen Zustande zwei kurze, auseinander klaffende Schenkel, welche auf ihrer Innenseite die glatte Narbenfläche tragen, auf welcher der gelegentlich hier abgestreifte Pollen (vergl. in Fig. 64 bei VII. links oben die 5 Blüthenstaubkörner po), durch die Narbenfeuchtigkeit festgehalten, kleben bleibt und zur Keimung gelangt. Es muß bemerkt werden, daß bei der Kornblume, abweichend von den meisten andern Compositen, die empfängnißfähige Narbe ohne Papillen, also durchaus glatt ist, während die Außenfläche der zwei Griffelschenkel dicht mit sägezähnigen Vorsprüngen versehen ist (VII. Fig. 64). Im ersten Stadium der Blüthe sind die beiden feuchten Narbenflächen nicht exponirt, sondern dadurch, daß die beiden Griffelschenkel noch dicht aneinander liegen, gegen jede Berührung, also auch gegen die Belegung mit Pollen gesichert.

Unterhalb der beiden Griffelschenkel findet sich ein rings um den betreffenden Griffeltheil herumlaufender Kranz von mehr oder weniger, ungleich langen Haaren, welche in ihrer Gesammtheit die Griffelbürste oder der Fegeapparat genannt werden (h h in II., III., VI. und VII. Fig. 64). Diese so unendlich wichtigen Haare sind schief nach Außen und Oben gerichtet, nach Länge und gegenseitiger Stellung so organisirt, daß sie in der That eine Fegebürste darstellen, die in wunderbar vollkommener Weise sämmtlichen Blüthenstaub aus der Antherenröhre herausbürstet. Dieser Apparat ist nächst der klebrigen Narbenfläche der wichtigste Theil des ganzen Griffels; würde er bei irgend einer Blüthe unterdrückt, so könnte der Pollen entweder gar nicht oder nur theilweise aus der Antherenröhre entleert werden.

Nach diesen durchaus nothwendigen, detaillirten Auseinandersetzungen ist es uns möglich gemacht, nun den Vorgang der Pollenentleerung aus der Blüthe und den Bestäubungsvorgang auf der Narbe zu verstehen. Der Leser wird sich überzeugen, daß die Natur auch hier den Befruchtungsvorgang der Blume in das märchenhafte Gewand eines gut erdachten Romanes gekleidet hat. Die Intriguen des Romanes können wir aber nur dann verstehen, wenn wir über die Charaktere der mitwirkenden Objekte im Klaren sind. Wir werden sehen, daß bei den Blumen jedes Härchen, das gesetzmäßig an diesem oder jenem Blüthentheil auftritt, seine große physiologische Bedeutung hat und im Roman der Blumenliebe seine Rolle spielt.

Kurz bevor die Einzelblüthe am Ende des Knospenzustandes angelangt ist, reicht der Griffel g mit seinem geschlossenen, etwas zugespitzten Narben-Ende in der nach Oben geschlossenen Antherenröhre bis dicht unter den Scheitel der mit einander zur Röhre y verklebten Antheren-Anhängsel. In diesem Stadium sind die Staubbeutel noch geschlossen. Nun strecken sich die Filamente derart, daß die ganze Antherenröhre mehr und mehr aus dem Glöckchen co der Blüthenkrone emporragt; hiebei gelangt, da der Griffel nicht in gleichem Maße weiter wächst, die Griffelbürste nach und nach vom oberen zum unteren Ende der Antherenröhre. Jetzt erst öffnen sich die Staubbeutel und zwar, wie bekanntlich bei allen Compositen, in's Innere der Antherenröhre hinein. Sobald dies geschehen

ist, hört die Streckung der Filamente auf, der Griffel aber fährt in seinem Wachsthum fort, verlängert sich rasch und fährt mit seiner Bürste nun vom untern Theil der Antherenröhre an durch die ganze Höhlung der letztern bis zum Scheitel hinauf, mit seinem Fegeapparat den in der Röhre liegenden Blüthenstaub sauber vor sich her bürstend. Die scheitelständigen Theile y der Antherenröhre werden durch den von der Griffelbürste von Unten nach Oben gedrückten Pollen etwas auseinander getrieben, wobei der feuchte Blüthenstaub nach und nach in wurmartig sich krümmenden, zusammenhängenden Massen aus dem obern Loch der Antherenröhre hervorquillt (po in I. Fig. 64).

Der Griffel stößt endlich mit seinem Scheiteltheil auf der Innenwand der etwas gekrümmten Partie der Antherenröhre an und wird durch diesen gekrümmten, sehr steifen Theil beim Weiterwachsen selbst in gleichem Sinne von der geraden Richtung abgelenkt; er wird derart gebogen, daß sein Scheitel in schiefer Richtung nach Oben und gegen das Centrum des Blüthenkörbchens geneigt erscheint. Diese, der Bestäubung durch Insekten ungemein günstige Ablenkung des oberen Griffeltheiles findet sich in ungleichem Grade bei allen Zwitterblüthen eines Körbchens, bei den innersten Blüthen weniger stark, bei den peripherischen dagegen am stärksten (vergl. I., II., III. in Fig. 64, wo I. eine innerste, III. eine äußere Zwitterblüthe darstellt).

Wenn der Narbentheil des Griffels aus dem obern Loch der Antherenröhre tritt (II. st. Fig. 64), so ist die Narbenfläche noch vollständig gegen die Belegung mit Blüthenstaub gesichert, weil die Griffelschenkel noch dicht aneinander liegen und die Narbenflächen sich selbst gegenseitig decken. Dagegen ist dieser ganze Griffeltheil bis zur Bürste h und diese letztere selbst vollständig von Pollen bedeckt, so daß man diese Theile gar nicht sieht. In dieser Zeit, wo auch die fünf blauen Kronzipfel der Blüthe hinreichend auseinandertreten, um den Insekten den Zutritt zum Honig, welcher nicht nur die ganze enge Kronröhre, sondern auch den untern Theil des Glöckchens co erfüllt, zu gestatten, können nun die Liebesboten der Blumen in Function treten. Bei dem lebhaften Insektenbesuch, dem die Kornblumen ausgesetzt sind, wird der aus den Antherenröhren durch den rasch wachsenden Griffel ausgestoßene Pollen in der freien Natur meist vorweg abgestreist und am haarigen Kleid der Gäste weitergeschleppt. Die Blüthenstaubkörner der meisten Compositen sind an ihrer Oberfläche mit vorragenden Stächelchen, Knötchen oder Leisten versehen, also nicht glatt. Bei der Kornblume sind die Pollenkörner an der Außenfläche warzig uneben, wodurch das Verschleppen des Blüthenstaubes durch Insekten in hohem Maße begünstiget wird, da unebene Pollenkörner viel eher am Insektenleib haften bleiben, als solche mit glatter Oberfläche, (vergl. VIII. Fig. 64, wo mehrere Blüthenstaubkörner der Cyane bei 270-facher Vergrößerung dargestellt sind).

Der Griffel verlängert sich mehr und mehr, bis er circa 3—5 Millimeter über das obere Ende der Antherenröhre hinausragt. Bis zu dieser Zeit ist von den honigsuchenden Insekten der Pollen vom Scheitel des Griffels und von den Haaren der Fegebürste meist vollständig entfernt. Bis jetzt stand die Einzelblüthe im männlichen Stadium. Nun aber, wenn der Griffel seine endgiltige Länge erreicht hat, treten die beiden Schenkel an seinem Scheitel auseinander und krümmen sich mit ihrem oberen Theil derart, daß sie den Schenkeln einer Leier gleichen, die nach Unten nur wenig auseinander klaffen (st in VI. Fig. 64). Dieses Auseinandertreten der Griffelschenkel ist die Folge eines größeren Turgors in den ausreifenden Geweben der nun empfängnißfähigen Narbe. Die letztere wird hiebei, wie leicht ersichtlich, der Berührung durch

Insekten ausgesetzt und der Bestäubung unterworfen, lange Zeit nachdem der Pollen derselben Blüthe entleert und von den Insekten verschleppt wurde. In diesem Zustande befindet sich die Blüthe im zweiten, im weiblichen Stadium und es leuchtet ein, daß von einer Sichselbstbestäubung der Blüthen durchaus keine Rede sein kann, wohl aber sind die erfolgreichsten Einrichtungen getroffen, um die Fremdbestäubung bis zum Grade einer gesetzmäßigen Gewißheit zu sichern.

Zu diesen wunderbar harmonischen Einrichtungen gehört nun auch noch die Reizbarkeit der kurzen, im Kronglöckchen (co Fig. 64) eingeschlossenen Filamente (fi bei VI. Fig. 64), die so lange dauert, als die Blüthe im Stadium der Pollen-Entleerung steht. Wird nämlich im ersten (männlichen) Stadium entweder ein einzelnes Filament (beim Honigsaugen) oder aber der ganze Staubblattapparat, z. B. die Antherenröhre und ihre Verlängerung (a—y Fig. 64) durch irgend eine Berührung erschüttert, so ziehen sich die Filamente (fi) zusammen, indem sie sich bedeutend verkürzen, wobei die entweder ganz oder nur noch zum Theil mit Pollen erfüllte Antherenröhre längs des steifen Griffels derart hinunter gezogen wird, daß aus der obern Oeffnung der Antherenröhre eine Menge Pollen herausgedrückt wird (po bei I. Fig. 64) und endlich auch der obere Theil des Griffels sammt seiner Fegebürste (mit Pollen bedeckt) nach Außen tritt. So geschieht bei Insektenbesuch die Entleerung des Pollens fast regelmäßig in kürzester Frist und zu einer Zeit, wo — eben wegen der Anwesenheit von Insekten — die beste Gelegenheit geboten ist, den rasch entleerten, durchaus noch frischen Pollen an die wohlthätigen Vermittler der Fremdbestäubung abzugeben; denn je frischer der Blüthenstaub, desto feuchter ist er und desto leichter bleibt er an den Insektentheilen haften, welche mit ihm in Berührung kommen. Bleibt die Blüthe gegen Berührungen jeder Art geschützt, wie dies in der Regel der Fall ist, wenn Knospen der Kornblumen im geschlossenen Zimmer sich öffnen, so unterbleiben selbstverständlich diese Reizbewegungen der Filamente; der Pollen wird dann nur allmälig in wurmförmigen Massen durch den sich streckenden Griffel herausgebürstet und ist dieses geschehen, so verlieren auch die Filamente ihre Reizbarkeit, weil ja eine längere Dauer der Contractilität derselben Nichts mehr nützen würde, da ja der Pollen ohnedieß schon entleert wurde.

Es mag am Platze sein, hier etwas näher auf dieses sonderbare Phänomen der Staubfaden-Reizbarkeit einzutreten. Dieselbe kommt nicht allein unserer blauen Kornblume zu, sondern auch andere Arten der Gattung Centaurea, z. B. der großblüthigen, prächtigen Bergflockenblume, Centaurea montana, und der nicht minder schönen Centaurea Scabiosa, sowie der gemeinen Wiesenflockenblume: Centaurea Jacea, die alle im Gebiet der Voralpen, z. B. am Uetliberg bei Zürich in Menge vorkommen, ferner zeigen dieselbe Erscheinung der Reizbarkeit manche Disteln, sowie das zweihäusige, so ungemein zierliche Ruhrkraut: Gnaphalium dioicum, eine Schwester des Edelweiß.

Ueber die gegen Erschütterung Reizbewegung zeigenden Organe sind von verschiedenen Forschern eingehende Untersuchungen angestellt worden. Der Pflanzen-Physiologe Sachs referirt über die diesbezüglichen Ergebnisse, soweit sie die Reizbarkeit der Staubfäden oben genannter Pflanzen betreffen, ungefähr folgendermaßen: Präparirt man zur Zeit der Pollenreife von den Einzelblüthen von Centaurea die Krone (das Glöckchen co und die Kronzipfel) weg, so ziehen sich die fünf Filamente, die im ungereizten Zustande im Sinne der Glöckchenwand nach Außen gebogen waren (fi bei VI. in Fig. 64) gerade und legen sich parallel neben den von ihnen umstandenen Griffel (g bei VI Fig. 64).

Werden sie hierauf sich selbst überlassen, so tritt jedoch wieder eine Verlängerung der Filamente ein: sie krümmen sich, je wärmer die Luft, desto schneller, convex nach Außen. Berührung oder Erschütterung bewirkt sofort, wenn sie sämmtliche Filamente trifft, eine abermalige Verkürzung derselben. Wird nur Ein Filament gereizt, so verkürzt sich dieses unter Gerabstreckung allein, um nach 6—15 Minuten sich wieder zu verlängern und einen nach Außen convexen Bogen zu bilden. Werden die fünf Filamente von der sie oben zusammenhaltenden Antherenröhre (a—y Fig. 64 bei VI.) abgeschnitten, so krümmen sie sich concav nach Außen, dann umgekehrt nach Innen; werden sie berührt, so schlagen sie sich zurück, krümmen und schlängeln sich, richten sich wieder auf, beugen sich nach der entgegengesetzten Seite, schlingen sich umeinander u. s. w. Auch schwache elektrische Ströme bewirken die Zusammenziehung augenblicklich; dann tritt aber wieder Ausdehnung ein; starke Ströme tödten sie sofort. Wenn die Filamente von selbst absterben, so ziehen sie sich auf ein Minimum zusammen. Der Werth der Verkürzung eines gereizten Filamentes wurde von Cohn im Mittel bei Centaurea macrocephala und americana zu 12 % der Länge des reizbaren Fadens angegeben, während Unger eine Verkürzung von 26 % angibt.

Es ist hier nicht der Ort, auf die elementaren Ursachen dieser Reizbewegungen einzutreten, wie sie sich in verschiedenen Gewebespannungen und in Veränderungen der einzelnen Zellen, welche den Staubfaden aufbauen, geltend machen; auch gehen die Ansichten über die inneren Vorgänge bei den Reizbewegungen noch sehr auseinander. Thatsache ist aber, daß von allen bis jetzt beobachteten Reizbewegungen der Filamente bei Compositen diejenigen der blauen Kornblume als die augenfälligsten erkannt wurden. An Blüthen, die man im Zimmer so weit sich entwickeln läßt, daß die nach Oben zusammenschließenden, klappenförmigen Anhängsel der Staubbeutel (y bei V. und VI. Fig. 64) sich von selbst öffnen, kann man nach vollzogener Erschütterung der Antherenröhre diese letztere sich rasch um zwei, drei, dann langsamer nach und nach bis fünf oder sechs Millimeter weit längs des Griffels sich abwärts bewegen sehen, so daß in wenigen Sekunden nicht allein aller Blüthenstaub, sondern auch noch ein 3—4 Millimeter langes Stück des obern Griffeltheiles über der Antherenröhre zum Vorschein kommt. Im Freien dagegen, wo die Kornblumen ja bei trockener Witterung fast fortwährend von Insekten besucht werden, die den Reiz in kurzen Intervallen wiederholen, wird man selten Gelegenheit haben, die Reizbewegung sich so energisch vollziehen zu sehen, eben weil die Filamente dort selten den höchsten Grad der Spannung erreichen, ehe von Seite eines naschenden Insektes die Spannung ausgelöst wird.

Noch bleibt zu erwähnen, daß die zwitterigen Blüthen bei der blauen Kornblume in zwei oder drei concentrischen Kreisen angeordnet sind und daß die den geschlechtslosen Randblüthen zunächst liegenden, also peripherischen Zwitterblüthen sich zuerst öffnen und zwar lange Zeit, bevor das Aufblühen der inneren, centraler gelegenen Blüthchen beginnt: denn nach den peripherischen Zwitterblüthen kommt die Reihe an den nächstfolgenden, zweiten Kreis. Zu der Zeit, da die innersten Blüthenknospen des Körbchens sich öffnen und ihre Antherenröhren entleeren, sind meist die peripherischen Zwitterblüthen ihres eigenen Pollens längst beraubt und ihre Narben von fremdem Pollen bestäubt. Nun muß sofort einleuchten, daß durch diese Verhältnisse nicht allein die Fremdbestäubung zwischen den Blüthen desselben Körbchens begünstigt wird, sondern daß etliche Blüthen eines jeden Körbchens durchaus nur mit dem Pollen von Blüthen eines andern Körbchens bestäubt werden können; denn durch die honigsuchenden Insecten ist in der Regel längst schon aller Blüthenstaub aus dem Körbchen weggetragen und verschleppt worden, ehe die

Narben der innersten, zuletzt sich öffnenden Blüthen der Bestäubung exponirt werden. Es müssen also die **innersten** Blüthchen eines jeden Körbchens wie bei den meisten andern Compositen, so auch bei der Kornblume durchaus mit dem Pollen eines anderen, jüngeren Körbchens belegt werden, wenn sie überhaupt Früchte bilden sollen.

Eine **Sichselbstbestäubung** irgend einer Blüthe im Körbchen der Cyane ist, wie bereits oben bemerkt wurde, geradezu undenkbar; dagegen ist anzunehmen, daß in freier Natur bei dem seltenen Falle des Ausbleibens aller Insecten eine Bestäubung zwischen den Blüthen eines und desselben Körbchens wenigstens theilweise eintreten kann, wenn in Folge der schiefen Stellung eines Blumenkörbchens zufällig durch die Schwerkraft einzelne unberührte Pollenmassen von centralen Blüthchen auf die reifen Narben peripherischer gelangen. Allein dies ist ohne Zweifel ein höchst seltener, kaum in Rechnung zu bringender Fall, vielmehr werden in der Regel die einzelnen Blüthchen von honigsuchenden, fliegenden Insekten erst ihres eigenen Pollens entledigt, dann später mit dem Pollen aus andern Blüthchen, letzterer wohl meist auch aus andern Körbchen stammend, bestäubt.

Unter den bisher auf der Kornblume beobachteten honigsuchenden und Bestäubung vermittelnden Insekten habe ich in Fig. 63 zwei verschiedene Arten, ein **langrüsseliges**, nämlich die Gamma-Eule (Plusia gamma) und ein **kurzrüsseliges**, die Schnepfenfliege (Empis livida) zur Anschauung gebracht. Dadurch soll angedeutet werden, daß die Kornblume von verschiedenartigen Insekten besucht, ausgebeutet und bestäubt wird. In der That ist der Honig, welcher in so reichlicher Menge vom Nektarkragen abgesondert wird, daß er bis in das Glöckchen (co Fig. 64) emporsteigt, auch kurzrüsseligen Insekten mehr oder weniger zugänglich, indeß ein Theil des Nectars, nämlich derjenige in der langen und sehr engen Kronröhre, den langrüsseligen Schmetterlingen, Bienen und Hummeln reservirt wird, woraus sich erklärt, daß auch diese geschätztesten aller Fremdbestäuber sich hier einstellen. Die Gamma-Eule wurde auf dem Körbchen links oben (Fig. 63) in sitzender, saugender Stellung, rechts dagegend fliegend dargestellt. Sie besucht die Kornblume häufig. Ebenso gilt das letztere von der mit bedeutend kürzerem Rüssel ausgestatteten Schnepfenfliege, Empis livida, die wir am Rande der zweiten Kornblume (Fig. 63) stehen sehen. Außerdem wurden auf der Cyane noch folgende Insekten-Arten beobachtet: die Honigbiene, sehr häufig und zwar sowohl Pollen sammelnd als Honig saugend, dabei selbstverständlich Bestäubung vermitteln. Ferner die Waldhummel (Bombus silvarum), saugend; sodann noch einige andere Honigfreunde aus der Familie der Bienenartigen, weiterhin Wespen und verschiedene Zweiflügler. —

Der freundliche Leser und die sinnige Leserin mögen nun wohl entschuldigen, wenn wir sie durch die vorstehenden Auseinandersetzungen genöthiget haben, Schritt für Schritt und keineswegs mühelos in die Geheimnisse der Kornblume einzudringen. Vielleicht gehen Sie nun künftig nicht achtlos an den bisher nur als Unkraut betrachteten Cyanen vorüber; wenn der Spaziergang am Sonntagmorgen Sie auf einsamem Feldwege durch die wogenden Halme des reifen Getreides hinführt, so werden Sie gelegentlich nach der blauäugigen Cyane greifen und, leicht über das Blüthenkörbchen streifend, nachsehen, ob Ihnen nicht die Blume sofort Antwort giebt auf die Frage, ob Sie selbst — die Lustwandelnden — den Honigfreunden unter den Bienen und Schmetterlingen zuvorgekommen sind, oder ob diese letzteren, die legitimen Besucher, den Sommermorgen noch früher als **Sie** nutzten, um bei den Kornblumen Einkehr zu halten und die Reiz-

bewegung in den einzelnen Blüthchen auszulösen, ehe Sie selbst neugierig nach der Blume griffen. Sehen wir nach stattgehabter Erschütterung der einzelnen Geschlechtsapparate bei der geöffneten Kornblume nicht sofort jene weißlichen Pollenmassen energisch aus den Anthernröhren hervorquellen, so sind uns die Insekten zuvorgekommen und die Blume verräth uns die stattgehabten Besuche, die ihr bereits am frühen Morgen zu Theil geworden. Ja wohl: Die Blumen führen ein romanhaftes Leben!

18. Die Steinbreche. (Saxifraga-Arten.)

Wer kennt sie nicht, der schon die Gebirgsthäler entlang gewandelt ist und die felsigen Abhänge und Runsen unserer Alpen emporgeklommen: jene lieblichen Boten der frischkühlen Bergregion, wo Alles im saftigen Grün und in den hundert Blumenfarben des Frühlings prangt, während unten im sonnigen Thal und draußen im monotonen Flachlande bereits die Sense durch das fahlgelbe Halmwerk unserer Getreide fährt und die Hochsommerflora am Fuße der Alpen von Tag zu Tag mehr und mehr den Farbenzauber der Blumen abstreift! Ja, sie haben den richtigen Namen erhalten: **Steinbrech**, **Saxifraga** (von saxum — Felsen und frangere — brechen) — denn sie suchen mit Vorliebe felsige Unterlagen auf, Steinblöcke und Felsspalten, um den Zertrümmerungsproceß unserer Gebirge beschleunigen zu helfen und den Zerfall unserer Felsmassive mit dem poetischen Hauche neuerstehenden Lebens zu begleiten.

Gelber Steinbrech.

Figur 65. **Saxifraga aizoides**, blühend und fruchtificirend.

Rechts auf den obersten Blüthen eine Schlammfliege (Eristalis tenax), im Begriffe, von dem freiliegenden Honigsaft zu saugen.

(Nach der Natur gezeichnet.)

Dutzende von Steinbrecharten schmücken die verschiedenen Regionen unserer Alpen und nur zwei oder drei unscheinbare Formen haben sich in das Flachland hinausgewagt, dort theilzunehmen an der Concurrenz der eigentlichen Frühlingsflora. Du wandelst dem rauschenden Bergfluß entlang, hinein in's vielgestaltige Stillleben der von Felskolossen eingeengten Hochthalschaft. Dein Weg führt dich fast fortwährend am herniederrauschenden Wasser dahin, das — von Felsblock zu Felsblock stürzend — donnernd und tosend, zischend bald, bald murmelnd seine enge, steinige Bahn wandelt. Einige Meter über dem Grunde des Flußbettes lehnen an steiler Halde riesige Felsblöcke im Sonnenschein, wohin nur selten ein günstiger Windhauch den Staubnebel des unten zischenden Wassers hinaufträgt. Es sind dies bemooste Trümmer eines längst in Zerfall begriffenen Berges;

vor Zeiten lagen sie kahl und fahl, scheinbar für Ewigkeiten dem Pflanzenleben unzugänglich; aber die Jahrhunderte und Jahrtausende haben das harte Gestein an seiner Oberfläche morsch gemacht; die feuchte Atmosphäre hat die vor Zeiten glatte Bruchfläche gefurcht: kleine winzige Pflänzchen, mikroskopische Wesen haben sich festgesetzt und den kahlen Stein in einen erst matten Hauch von Grün geworfen. Dann siedelten sich krustenartige Flechten an, die den Wechsel von Sonnenbrand und Eisesstarre, von absoluter Trockenheit und wochenlanger Ueberschwemmung durch Platzregen und Nebelschauer zu ertragen vermochten: der kahle Stein wurde mehrfarbig; das Leben begann zu triumphiren; es entstanden kleine Furchen und schüsselartige Vertiefungen, in welchen sich Reste von modernden Substanzen ansammelten. Endlich wagten sich Moospflänzchen anzusiedeln, erst niedrige, dichte Rasen bildend, dann nach und nach in zusammenhängenden Moderresten vergesellschaftet, mächtigere Polster aufbauend. So ward die felsige Unterlage für den Steinbrech vorbereitet. Das Ueberhandnehmen der Pflanzenwelt bedeutet für den einzelnen Felsen zunehmenden Zerfall. — Im hoch aus dem tosenden Fluß aufspritzenden Schaum kam zufällig ein reifer Same von Saxifraga auf das Moospolster zu liegen; er blieb liegen, keimte und — mit einem Male war der alternde Stein für die Blumenwelt erobert. — Und welch ein Zauber ist plötzlich durch die Erscheinung dieses Pioniers über den moosgrünen Felsen gekommen! Der erste, sich hier auf dünner Kruste ansiedelnde Steinbrech ist kein saftstrotzendes, hochstengeliges Gewächs, sondern ein vorsichtiges, derbblätteriges Pflänzchen (Saxifraga Aizoon), dessen vegetative Theile: Wurzeln, Stengel und Blätter, so dicht gedrängt und wetterhart sind, daß alle Unbilden des Klima's ihnen Nichts anhaben können. Der vegetative Stengel der meisten Steinbrecharten ist sehr verkürzt und die derben fahlgrünen Blätter stehen meist in dichtgedrängten Rosetten, Stengel sowohl als Wurzelwerk verdeckend. Erst in der besten Jahreszeit, wenn die Lawinen von den Bergen niedergestürzt, wenn die größten Schneemassen von den Halden verschwunden sind, erst wenn der Frühling vom Flachland herauf auch in die Bergthäler einzieht, erst dann schicken sich die Steinbreche an, ihrerseits gesteigerte Ansprüche zu machen. Ihre zierlichen, bodenständigen Blattrosetten treiben neue kurze Sprosse und alsbald auch — wenn die Sonne höher gestiegen und die Tage länger geworden — mehr oder weniger hoch aufstrebende blüthentragende Stengel. Und nun, da du am tosenden Bergbach staunend anhältst, um all die Wunder des Alpenfrühlings zu genießen — nun grüßen dich vom moosgrünen Felsblock die weißen Blüthenstände des Steinbrechs: die Symbole des triumphirenden Lebens auf dem unlängst starren und fahlen Leichenfelde gestürzter Bergriesen. —

Die Steinbrecharten bilden einen charakteristischen Bestandtheil der Alpenflora. Wir treffen einige Arten dieser Gattung am Fuße unserer Alpenkette, darunter ein saftiges, ausdauerndes Kraut, den rundblätterigen Steinbrech (Saxifraga rotundifolia L), welcher 1—2 Fuß Höhe erreicht und in unsern Bergen an schattigen Stellen, in lichten Waldungen, Buschwerk und Geröll bis an die obere Grenze der Baumregion den klimmenden Wanderer begrüßt. In denselben Höhen begleitet der in Fig. 65 und 66 abgebildete gelbe Steinbrech (Saxifraga aizoides L) die Bäche und Wasserläufe; er gedeiht aber auch an nassen Felsen und in feuchtem Geröll nicht allein in den Alpen, sondern auch in den andern Hochgebirgen Europa's; ebenso treffen wir ihn unter ähnlichen Verhältnissen im russischen Asien und in Nordamerika, im süddeutschen Schwarzwalde wie in der hohen Polarregion. Aber höher hinauf an den unwirthbaren Gehängen dicht

unter der Region des ewigen Schnees finden wir schmächtige und gedrungene Formen, selten einzeln stehend, in den meisten Fällen dichtgeschlossene Rasen, große Gesellschaften bildend, mit dem perennirenden, rosettig beblätterten Wurzelstock dicht dem kahlen Erdreich anliegend, als ob sie im Kampf um's Dasein nicht allein sich gegenseitig helfen und lieben gelernt hätten, sondern erst stark geworden wären, indem sie sich bescheiden an die Erde anklammerten. Scheinbar furchtsam und bescheiden, schüchtern und zaghaft, sind diese Saxifrageen dennoch verzweifelt kühn, den Mannesmuth eines fanatisirten Bergfex herausfordernd. Das werden mir jene Blumenfreunde zugeben, die wiederholt in unsern Alpen auf steilen und gefährlichen Pfaden wandelten, um auszuspähen nach jenen Kindern Flora's, die abgelegene und unzugängliche Standorte zu lieben scheinen. Wer unter meinen Freunden hat sich bei diesen Wanderungen nicht schon versucht gefühlt, Gepäck und Schuhwerk wegzulegen, um an schattiger Stelle eines überhängenden zerrissenen Felsen eine im Blüthenschmuck schimmernde seltene Saxifraga zu erobern! Und seit den Tagen des erwachenden Sinnes für das Naturschöne in unserer Gebirgswelt, seit den Tagen, da die strebende Jugend eine neue Leidenschaft großzuziehen begann, indem die Menschen anfingen, unwirthbare Gebirgsgegenden zu durchwandern, um ungeahnte Herrlichkeiten zu entdecken, seit jenen Tagen, da erst recht die Eroberung unserer Gebirge ihren Anfang nahm: wie viele der wandernden Naturfreunde mögen droben im Felsgestein verdorben sein, da sie, allzukühn den Lockungen unserer Bergblumen Folge leisteten und — mit der Blume auch den Tod fanden!

Die meisten Steinbrech-Arten sind mit weißen Blüthen ausgestattet, die, in Trauben oder Rispen stehend, dem sonnigen Himmel die blendende Fläche zukehren. Einige besitzen gelb oder roth gesprenkelte Kronblätter; einige wenige blühen schmutziggelb, ersetzen aber gleichzeitig den Mangel der schimmernden Farbe durch einen angenehmen Duft. Eine einzige in unsern Alpen vorkommende Art (Saxifraga oppositifolia) kleidet ihre relativ großen Blüthen in ein prächtiges Karmin- bis Purpurroth, während die in Fig. 65 und 66 dargestellte Saxifraga aizoides goldgelbe Kronblätter besitzt, die mit orangerothen Punkten effektvoll gezeichnet sind.

Alle bis jetzt bekannt gewordenen Saxifraga-Arten sind der Fremdbestäubung durch Insekten angepaßt. Die Mehrzahl der Steinbrecharten besitzt proterandrische Blüthen, d. h. der Blüthenstaub wird bei den meisten Saxifrageen zur Reife und zur Entleerung gebracht, ehe die Narben derselben Blüthe vollständig entwickelt und empfängnißfähig sind, ein Verhältniß, wie wir es bei der Kornblume (oben Nr. 17) kennen gelernt haben. In diesen Fällen ist also die Blüthe im erstem Stadium nach dem Oeffnen männlich, im zweiten Stadium weiblich. Nur einige wenige Formen zeigen das umgekehrte Verhältniß, indem die Narben früher empfängnißfähig sind, als der Pollen derselben Blüthe zur Entleerung gelangt; solche Blüthen haben wir oben schon bei der Osterluzei (Nr. 5) und bei der Quitte (Nr. 16) kennen gelernt; sie werden proterogynische Blüthen genannt. In beiden Fällen, bei den Proterandristen, wie bei den Proterogynen, wird die Selbstbestäubung vermieden. Die Fremdbestäubung muß aber auch hier durch Insekten vermittelt werden und dies geschieht, wie Hermann Müller in seinem classischen Werk über die Alpenblumen nachgewiesen hat, durch allerlei lustiges Insekten-Gesindel aus den verschiedensten Sippen. Um dies an einem lehrreichen Beispiel zu illustriren, haben wir den gelben Steinbrech, Saxifraga aizoides gewählt, von welchem der Leser in Fig. 65 eine Abbildung der blühenden und

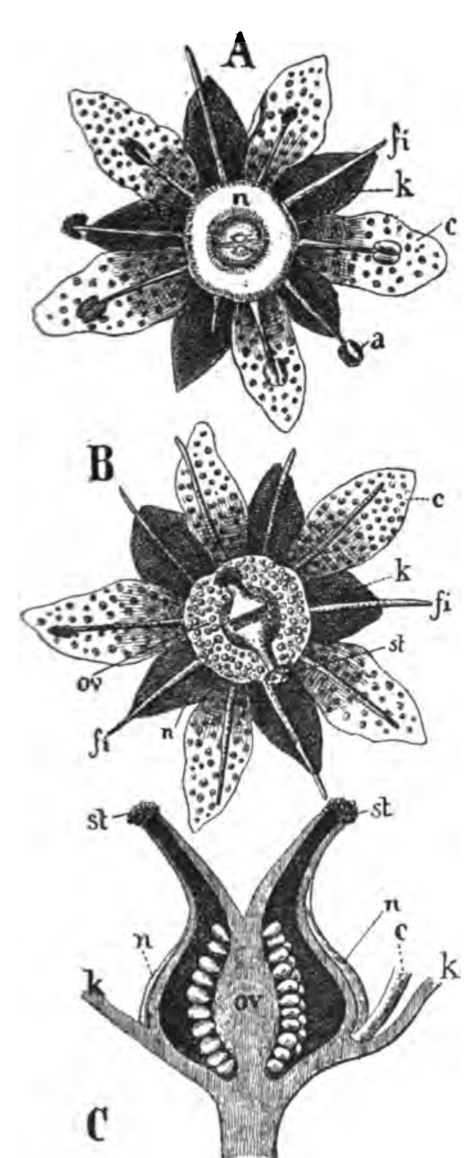


Fig. 66. Blüthe von Saxifraga aizoides, gelber Steinbrech.

A. Blüthe im ersten, männlichen Stadium, den Pollen entleerend. — Von Oben gesehen.
B. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium: die Antheren sind entleert, während die Narben erst jetzt empfängnißfähig sind, von Oben gesehen, circa 4 Mal vergrößert.
C. Medianer, senkrechter Längsschnitt durch den Fruchtknoten und die Griffel, circa 8 Mal vergrößert.

In allen Figuren bedeutet:
kk — Kelchblätter, cc — Kronbätter.
fi — Filament, a — Anthere, ov — Fruchtknoten. n — Nektarium, st — Narbe.
(Nach H. Müller.)

fructificirenden Pflanze, in Fig. 66 dagegen die zum Verständniß der Fremdbestäubung nothwendigen, vergrößerten Bilder der Blüthentheile findet.

Der ausdauernde Wurzelstock ist kurz und bildet durch zahlreiche, fast liegende, dichtbeblätterte Sprosse oft einen dichten Rasen von hellgrüner Farbe. Die weniger dicht beblätterten Blüthenzweige steigen bogenförmig vom Wurzelstock in die Höhe, so daß die obern Theile senkrecht stehen (Fig. 65). Die Blätter sind schmal, ziemlich dick, unbehaart, glänzend und meist ohne Zähne, also ganzrandig. Sie erreichen die Länge von ca. 1 Centimeter und stehen am blüthentragenden Sproß deutlich abwechselnd. Die Blüthen stehen in lockeren Trauben, bald 3 oder 4, bald 6 bis 12 oder noch mehr beisammen auf demselben beblätterten Stengel. Da aus demselben Rasen zahlreiche blüthentragende Sprosse emporschießen, so bildet die ganze, dichtstehende Gesellschaft zur Zeit der Blüthe eine weithin golden schimmernde Fläche, aus welcher sich die einzelnen Blüthensterne erst bei näherer Betrachtung herausheben.

Die Einzelblüthe von Saxifraga aizoides besteht wie diejenige der meisten andern Steinbrecharten aus 5 Kelchblättern (k in Fig. 66), die mit dem Fruchtknoten mehr oder weniger verwachsen sind, wie aus Fig. 66 C bei kk hervorgeht; aus 5 mit den Kelchblättern alternirenden, zärteren Kronblättern (c in Fig. 66), aus 2 Staubblattkreisen mit je 5 Staubblättern, von denen der äußere Kreis mit den Kelchblättern, der innere Kreis mit den Kronblättern correspondirt, so daß also jedem Kelch- und jedem Kronblatt ein scheinbar zugehöriges Staubblatt entspricht. Die 5 Kronblätter sowohl als auch die 10 Staubblätter sind am Grunde der Kelchzipfel eingefügt. Der zweifächrige Fruchtknoten ist „halb unterständig", d. h. sein unterster Theil liegt etwas tiefer als die Einfügungsstellen der Kron- und Staubblätter (ov in Fig. 66 C). Jede der beiden Fruchtknoten-Hälften verlängert sich nach Oben in einen Griffel, dessen Narbenfläche im empfäng-

nißfähigen Zustand mit feuchten Narbenpapillen besetzt ist, die geeignet sind, Blüthenstaubkörner festzuhalten und zum Keimen zu veranlassen. In jedem Fruchtknotenfach sind an den axenständigen Placenten zahlreiche Samenknospen eingefügt, die nach stattgehabter Befruchtung zu ebenso vielen keimfähigen Samen heranreifen.

Die Farbe der verschiedenen Blüthentheile ist recht geeignet, Insekten aus beträchtlicher Ferne anzulocken und bei ihrer Annäherung mehr und mehr zu fesseln. Bei den meisten Blüthen sind die 5 freien Theile der Kelchblätter gelbgrün, die bedeutend größeren Kronblätter dagegen goldgelb und mit zahlreichen orangerothen Punkten ausgestattet. Kelch- und Kronblätter bilden an der offenen Blüthe, da sie wagerecht in eine Ebene ausgebreitet sind, einen zehnstrahligen Stern von goldglänzendem Aussehen, dessen Querdurchmesser ungefähr $1^1/_2$ Centimeter erreicht. Nun ist aber auch noch die freie Außenwand des Fruchtknotens von einem gelben und lebhaft glänzenden Gewebe bedeckt, welches als Nectarium (n n in Fig. 66) den Honig absondert und zwar in solcher Menge, daß die anfänglich kleinen, ausgeschwitzten Tröpfchen endlich zusammenfließen und als einziger großer Tropfen die mittleren Theile des Fruchtknotens im Centrum der Blüthe vollständig bedecken, wodurch der Glanz und Farben Effekt auf das Höchste gesteigert wird. Damit ist aber der Farbenzauber noch nicht erschöpft: auch die 10-strahlig angeordneten Staubblätter sind gelb gefärbt und der aus den Antheren tretende Blüthenstaub schimmert feuerroth.

Da der Honigsaft von Saxifraga aizoides, wie aus Figur 66 hervorgeht, vollständig frei und offen daliegt und also von keinerlei schützenden und absperrenden Organen bedeckt ist, so werden die Blüthen unseres gelben Steinbrechs von den verschiedensten Insekten, von solchen mit kurzem Rüssel und geringer Intelligenz, wie von solchen für Gewinnung verborgenen Honigs ausgestatteten, langrüsseligen und intelligenteren Kerbthieren besucht. Meistens finden sich vorwiegend die Dipteren ein, also fliegenartige Insekten, welche bei anderen Blüthen, wo der Honig durch Saftdecken geschützt ist oder in tiefer liegenden Blüthentheilen ihnen unzugänglich erscheint, in der Regel ganz ausbleiben, während sie hier die Honig-Tafel auch für sie gedeckt finden. Wennugleich die Dipteren wegen ihrer geringen Anpassung an die Honiggewinnung in der Lebensgeschichte der Blumen eine unbedeutende Rolle spielen; wenn sie aus Mangel an Intelligenz und Gedächtniß ziemlich unregelmäßige Gäste sind: so wird bei den Steinbrecharten doch sehr häufig die Bestäubung der proterandrischen Blüthen durch verschiedene honigleckende Fliegen bewirkt. Hierbei wirkt der Umstand begünstigend mit, daß die Blüthen der Saxifraga-Arten ihre Staubblätter und ihre Narben sehr langsam entwickeln und in der lange geöffneten Blüthe in ziemlich weiten Zeitintervallen der Reihe nach in Function setzen. Hiedurch wird die Kreuzung durch gegenseitige Fremdbestäubung in hohem Maße begünstiget, obschon diese Blumen nicht gerade vom begabtesten Insekten-Gesindel ausgebeutet werden.

„Im unreifen Zustande liegen die Staubgefäße, ebenso wie die Kelch- und Blumenblätter, in eine Ebene auseinander gespreizt. Sobald sie aufzuspringen beginnen, richten sie sich auf und stellen sich zur Ebene der Kelch- und Kronblätter senkrecht. Nach ihrer Entleerung biegen sie sich wieder zurück. In derselben Blüthe findet man in der Regel zwei, seltener drei Staubgefäße aufgerichtet und mit Pollen bedeckt. Durch die langsame Aufeinanderfolge der Entwickelung der Antheren wird die Möglichkeit der Kreuzung — nicht für die einzelne Blüthe, wohl aber für den Stock, auf eine längere Zeit ausgedehnt,

die Wahrscheinlichkeit derselben also erhöht, durch Aufrichten der Staubgefäße ihre Berührung mit den auf der Mitte der Blüthe fußfassenden Insekten, begünstiget. Wenn die Narben sich zur Reife entwickeln, ist das letzte Staubgefäß bisweilen noch mit Pollen behaftet, so daß die Möglichkeit spontaner Selbstbefruchtung nicht ganz ausgeschlossen ist. Aber die längste Zeit, da die Narbe in empfängnißfähigem Zustande verharrt, findet sich in der ganzen Blüthe gar kein Pollen mehr vor. Die Zeit, während welcher die Einzelblüthe erst im männlichen Zustand verharrt, indeß die Narbe noch gar nicht für die Bestäubung genügend entwickelt ist, die Zeit also, wo der Pollen nach und nach entleert wird, dürfte mehr als das Zwanzigfache jener kurzen Zeit ausmachen, da die Narbe am Beginne ihrer Empfängnißfähigkeit noch der gefährlichen Nähe des sich zuletzt entleerenden Staubbeutels ausgesetzt ist. Und setzen wir den günstigsten Fall für die Bestäubung mit eigenem Pollen, nehmen wir an, es gelange durch irgend einen Umstand von jenem letztentleerten Staubbeutel wirklich Pollen auf die eben empfängnißfähig gewordene junge Narbe derselben Blüthe, so ist mehr als wahrscheinlich, daß dieser eigene Pollen nicht allein, sondern untermischt mit fremdem Blüthenstaub, d. h. in Concurrenz mit solchem aus andern Blüthen zur Keimung gelangt. Da nun aber bei den meisten hierauf geprüften Pflanzen sich ergeben hat, daß der eigene Pollen in Concurrenz mit fremdem fast immer unterliegt, indem der fremde Blüthenstaub rascher seine Pollenschläuche bildet und diese schneller abwärts in den Fruchtknoten sendet, als dies der eigene Pollen vermag, so wird in hundert Fällen kaum ein einziges Mal die Befruchtung der Samenknospen vom eigenen Pollen einer Blüthe vollzogen werden. In der überaus großen Mehrzahl der Fälle werden bei Saxifraga aizoides die keimfähigen Samen durch fremden Pollen erzeugt.

Wie sehr die Steinbrech-Arten den Namen von Fliegenblumen verdienen geht am schlagendsten aus der Besucherliste hervor, die Hermann Müller in seinem Werke über „Alpenblumen" für Saxifraga aizoides aufgestellt hat. Er beobachtete an den Blüthen des gelben Steinbreches nicht weniger als 126 verschiedene Insekten Arten, davon kommen auf die Zweiflügler (Dipteren, Fliegen) nicht weniger als 83 Arten.

Unter diesen zahlreichen Fliegenarten ist es die in Figur 65 auf einer Steinbrech-Blüthe abgebildete Schlammfliege, Eristalis tenax, welche besonders häufig auf Saxifraga aizoides, Honig saugend und auch Pollen fressend, angetroffen wird. Diese ansehnlich große Fliege macht während des ganzen Sommers, vom Frühjahr bis zum Spätherbst, die Blumenwelt unsicher. Sie gehört zu den letzten Insekten, welche unmittelbar vor Beginn des Winterschlafes die einzelnen Spätlinge unter den Blumen des Herbstes noch besuchen. Im Gesammt-Aussehen gleicht sie einer männlichen Honigbiene, doch sagen uns ihre zwei Flügel sogleich, daß sie nicht zu den Bienen, sondern zum Fliegengeschlecht gehört. Ihren unsaubern Namen hat sie durch den Umstand erhalten, daß sie im Larvenzustand als langgeschwänzte Made („Rattenschwanzmade") in schlammigen Pfützen, namentlich in Jauchebehältern und Mistlachen, in der Nähe von Düngerhaufen und Viehställen, ihrer Jugend sich freut. So unästhetisch ihre Jugendzeit abläuft, so appetitlich ist ihr Treiben im ausgewachsenen, im geschlechtsreifen Zustand, denn in dieser Zeit besteht ihre Nahrung aus Nektar, den sie in jenen Blumen zu saugen gewohnt ist, welche ihren Honig an leichtzugänglichen Stellen absondern, wo er auch für kurzrüsselige Insekten erreichbar ist.

nißfähigen Zustand mit feuchten Narbenpapillen besetzt ist, die geeignet sind, Blüthenstaubkörner festzuhalten und zum Keimen zu veranlassen. In jedem Fruchtknotenfach sind an den axenständigen Placenten zahlreiche Samenknospen eingefügt, die nach stattgehabter Befruchtung zu ebenso vielen keimfähigen Samen heranreifen.

Die Farbe der verschiedenen Blüthentheile ist recht geeignet, Insekten aus beträchtlicher Ferne anzulocken und bei ihrer Annäherung mehr und mehr zu fesseln. Bei den meisten Blüthen sind die 5 freien Theile der Kelchblätter gelbgrün, die bedeutend größeren Kronblätter dagegen goldgelb und mit zahlreichen orangerothen Punkten ausgestattet. Kelch- und Kronblätter bilden an der offenen Blüthe, da sie wagerecht in eine Ebene ausgebreitet sind, einen zehnstrahligen Stern von goldglänzendem Aussehen, dessen Querdurchmesser ungefähr $1\frac{1}{2}$ Centimeter erreicht. Nun ist aber auch noch die freie Außenwand des Fruchtknotens von einem gelben und lebhaft glänzenden Gewebe bedeckt, welches als Nectarium (n n in Fig. 66) den Honig absondert und zwar in solcher Menge, daß die anfänglich kleinen, ausgeschwitzten Tröpfchen endlich zusammenfließen und als einziger großer Tropfen die mittleren Theile des Fruchtknotens im Centrum der Blüthe vollständig bedecken, wodurch der Glanz und Farben Effekt auf das Höchste gesteigert wird. Damit ist aber der Farbenzauber noch nicht erschöpft: auch die 10-strahlig angeordneten Staubblätter sind gelb gefärbt und der aus den Antheren tretende Blüthenstaub schimmert feuerroth.

Da der Honigsaft von Saxifraga aizoides, wie aus Figur 66 hervorgeht, vollständig frei und offen daliegt und also von keinerlei schützenden und absperrenden Organen bedeckt ist, so werden die Blüthen unseres gelben Steinbrechs von den verschiedensten Insekten, von solchen mit kurzem Rüssel und geringer Intelligenz, wie von solchen für Gewinnung verborgenen Honigs ausgestatteten, langrüsseligen und intelligenteren Kerbthieren besucht. Meistens finden sich vorwiegend die Dipteren ein, also fliegenartige Insekten, welche bei anderen Blüthen, wo der Honig durch Saftdecken geschützt ist oder in tiefer liegenden Blüthentheilen ihnen unzugänglich erscheint, in der Regel ganz ausbleiben, während sie hier die Honig-Tafel auch für sie gedeckt finden. Wenngleich die Dipteren wegen ihrer geringen Anpassung an die Honiggewinnung in der Lebensgeschichte der Blumen eine unbedeutende Rolle spielen; wenn sie aus Mangel an Intelligenz und Gedächtniß ziemlich unregelmäßige Gäste sind: so wird bei den Steinbrecharten doch sehr häufig die Bestäubung der proterandrischen Blüthen durch verschiedene honigleckende Fliegen bewirkt. Hierbei wirkt der Umstand begünstigend mit, daß die Blüthen der Saxifraga-Arten ihre Staubblätter und ihre Narben sehr langsam entwickeln und in der lange geöffneten Blüthe in ziemlich weiten Zeitintervallen der Reihe nach in Function setzen. Hiedurch wird die Kreuzung durch gegenseitige Fremdbestäubung in hohem Maße begünstiget, obschon diese Blumen nicht gerade vom begabtesten Insekten-Gesindel ausgebeutet werden.

„Im unreifen Zustande liegen die Staubgefäße, ebenso wie die Kelch- und Blumenblätter, in eine Ebene auseinander gespreizt. Sobald sie aufzuspringen beginnen, richten sie sich auf und stellen sich zur Ebene der Kelch- und Kronblätter senkrecht. Nach ihrer Entleerung biegen sie sich wieder zurück. In derselben Blüthe findet man in der Regel zwei, seltener drei Staubgefäße aufgerichtet und mit Pollen bedeckt. Durch die langsame Aufeinanderfolge der Entwickelung der Antheren wird die Möglichkeit der Kreuzung — nicht für die einzelne Blüthe, wohl aber für den Stock, auf eine längere Zeit ausgedehnt,

die Wahrscheinlichkeit derselben also erhöht, durch Aufrichten der Staubgefäße ihre Berührung mit den auf der Mitte der Blüthe fußfassenden Insekten, begünstiget. Wenn die Narben sich zur Reife entwickeln, ist das letzte Staubgefäß bisweilen noch mit Pollen behaftet, so daß die Möglichkeit spontaner Selbstbefruchtung nicht ganz ausgeschlossen ist. Aber die längste Zeit, da die Narbe in empfängnißfähigem Zustande verharrt, findet sich in der ganzen Blüthe gar kein Pollen mehr vor. Die Zeit, während welcher die Einzelblüthe erst im männlichen Zustand verharrt, indeß die Narbe noch gar nicht für die Bestäubung genügend entwickelt ist, die Zeit also, wo der Pollen nach und nach entleert wird, dürfte mehr als das Zwanzigfache jener kurzen Zeit ausmachen, da die Narbe am Beginne ihrer Empfängnißfähigkeit noch der gefährlichen Nähe des sich zuletzt entleerenden Staubbeutels ausgesetzt ist. Und setzen wir den günstigsten Fall für die Bestäubung mit eigenem Pollen, nehmen wir an, es gelange durch irgend einen Umstand von jenem letztentleerten Staubbeutel wirklich Pollen auf die eben empfängnißfähig gewordene junge Narbe derselben Blüthe, so ist mehr als wahrscheinlich, daß dieser eigene Pollen nicht allein, sondern untermischt mit fremdem Blüthenstaub, d. h. in Concurrenz mit solchem aus andern Blüthen zur Keimung gelangt. Da nun aber bei den meisten hierauf geprüften Pflanzen sich ergeben hat, daß der eigene Pollen in Concurrenz mit fremdem fast immer unterliegt, indem der fremde Blüthenstaub rascher seine Pollenschläuche bildet und diese schneller abwärts in den Fruchtknoten sendet, als dies der eigene Pollen vermag, so wird in hundert Fällen kaum ein einziges Mal die Befruchtung der Samenknospen vom eigenen Pollen einer Blüthe vollzogen werden. In der überaus großen Mehrzahl der Fälle werden bei Saxifraga aizoides die keimfähigen Samen durch fremden Pollen erzeugt.

Wie sehr die Steinbrech-Arten den Namen von Fliegenblumen verdienen geht am schlagendsten aus der Besucherliste hervor, die Hermann Müller in seinem Werke über „Alpenblumen" für Saxifraga aizoides aufgestellt hat. Er beobachtete an den Blüthen des gelben Steinbreches nicht weniger als 126 verschiedene Insekten Arten, davon kommen auf die Zweiflügler (Dipteren, Fliegen) nicht weniger als 83 Arten.

Unter diesen zahlreichen Fliegenarten ist es die in Figur 65 auf einer Steinbrech-Blüthe abgebildete Schlammfliege, Eristalis tenax, welche besonders häufig auf Saxifraga aizoides, Honig saugend und auch Pollen fressend, angetroffen wird. Diese ansehnlich große Fliege macht während des ganzen Sommers, vom Frühjahr bis zum Spätherbst, die Blumenwelt unsicher. Sie gehört zu den letzten Insekten, welche unmittelbar vor Beginn des Winterschlafes die einzelnen Spätlinge unter den Blumen des Herbstes noch besuchen. Im Gesammt-Aussehen gleicht sie einer männlichen Honigbiene, doch sagen uns ihre zwei Flügel sogleich, daß sie nicht zu den Bienen, sondern zum Fliegengeschlecht gehört. Ihren unsaubern Namen hat sie durch den Umstand erhalten, daß sie im Larvenzustand als langgeschwänzte Made („Rattenschwanzmade") in schlammigen Pfützen, namentlich in Jauchebehältern und Mistlachen, in der Nähe von Düngerhaufen und Viehställen, ihrer Jugend sich freut. So unästhetisch ihre Jugendzeit abläuft, so appetitlich ist ihr Treiben im ausgewachsenen, im geschlechtsreifen Zustand, denn in dieser Zeit besteht ihre Nahrung aus Nektar, den sie in jenen Blumen zu saugen gewohnt ist, welche ihren Honig an leichtzugänglichen Stellen absondern, wo er auch für kurzrüsselige Insekten erreichbar ist.

Es ist oben gesagt worden, daß die meisten Saxifraga-Arten proterandrische Blüthen besitzen. Nun gibt es aber auch einige Steinbreche, bei denen das umgekehrte Verhältniß im Ausreifen der Geschlechtsorgane stattfindet, so zwar, daß die Narben früher empfängnißfähig sind, als der Pollen aus den Staubblättern derselben Blüthe zur Entleerung gelangt. Hiebei machten also die Blüthen erst ein weibliches Stadium durch, während welcher Zeit die empfängnißfähigen Narben durch Insekten mit fremdem Pollen bestäubt werden. Erst später öffnen sich die Antheren, und da die bestäubten Narben nur kurzlebig sind, so erscheint die Blüthe in diesem Falle im zweiten Stadium als männliche. Man nennt solche Blüthen, wie wir sie bei der Cydonia (Quitte) bereits kennen gelernt haben, proterogyn.

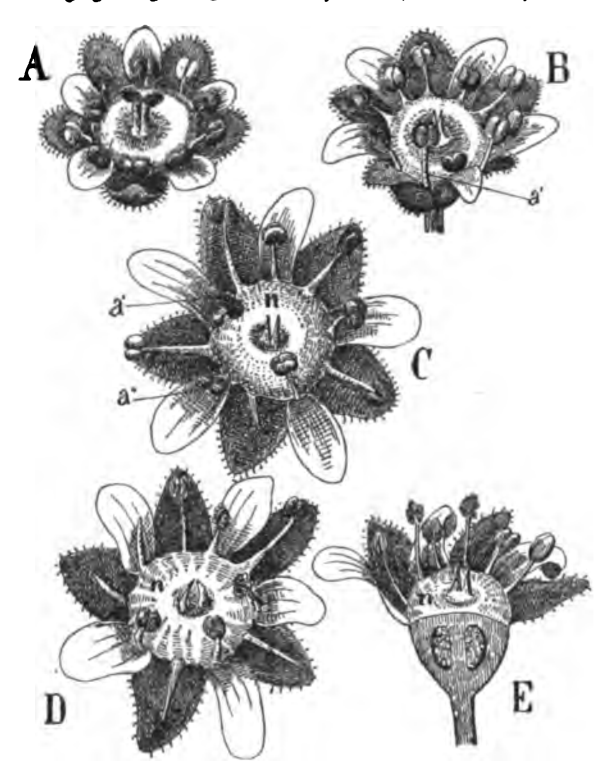


Fig. 67. Blüthen in verschiedenen Stadien der Anthese, alle von Saxifraga Seguieri Spreng:

A. Die noch nicht völlig entwickelte, aber mit bereits empfängnißfähigen (frühreifen) Narben ausgestattete Blüthe im ersten weiblichen Zustande, schräg von Oben gesehen.

B. Blüthe im Beginn des zweiten, männlichen Stadiums. Die Narben sind an der Spitze bereits verschrumpft, die Staubgefäße noch alle geschlossen, aber a' springt während des Zeichnens auf.

C. Blüthe im Beginn der zweiten Hälfte des zweiten, männlichen Stadiums. Die 5 äußeren Staubgefäße sind bereits entleert; von den 5 inneren ist a' bereits aufgesprungen, a" im Begriffe aufzuspringen. Die Narben sind ganz verschrumpft.

D. Noch etwas weiter vorgeschrittene Blüthe. Von den 5 inneren Staubgefäßen sind 3 noch mit Pollen behaftet, eines noch geschlossen.

E. Blüthe im zweiten männlichen Zustande nach Hinwegschneidung des vorderen Theiles.

(Alle Figuren sind 7 Mal vergrößert und im Original von Dr. Hermann Müller auf dem Fluela-Hospiz aufgenommen worden.)

Eines der auffallendsten Beispiele für proterogyne Steinbrech-Blüthen bietet uns die in Figur 67 illustrirte Saxifraga Seguieri, Seguier's Steinbrech, ein flaumig behaartes, lockere Rasen bildendes Pflänzchen der höheren Schweizer Alpen und des benachbarten Tyrol. Die Blüthenstengel wagen sich oft kaum einen einzigen Centimeter hoch über den grünen Rasen; selten erreichen sie die Länge von 4 Centimeter. Das niedliche Pflänzchen ist also ein typischer Repräsentant der gedrungenen Gebirgspflanzen. Es bildet weißlich gelbe bis safrangelbe Blumenblätter, die aber an Flächenentwicklung hinter den Kelchblättern zurückstehen.

Die Narben sind in der eben sich öffnenden, aber bei weitem noch nicht ausgewachsenen Blüthe (Figur 67 A) bereits vollständig entwickelt und beginnen schon einzuschrumpfen, lange bevor die Blüthe ihre endgiltige Größe erreicht hat. „Erst nach dem Absterben der Narben beginnt eines der äußeren, mit den Blumenblättern ab-

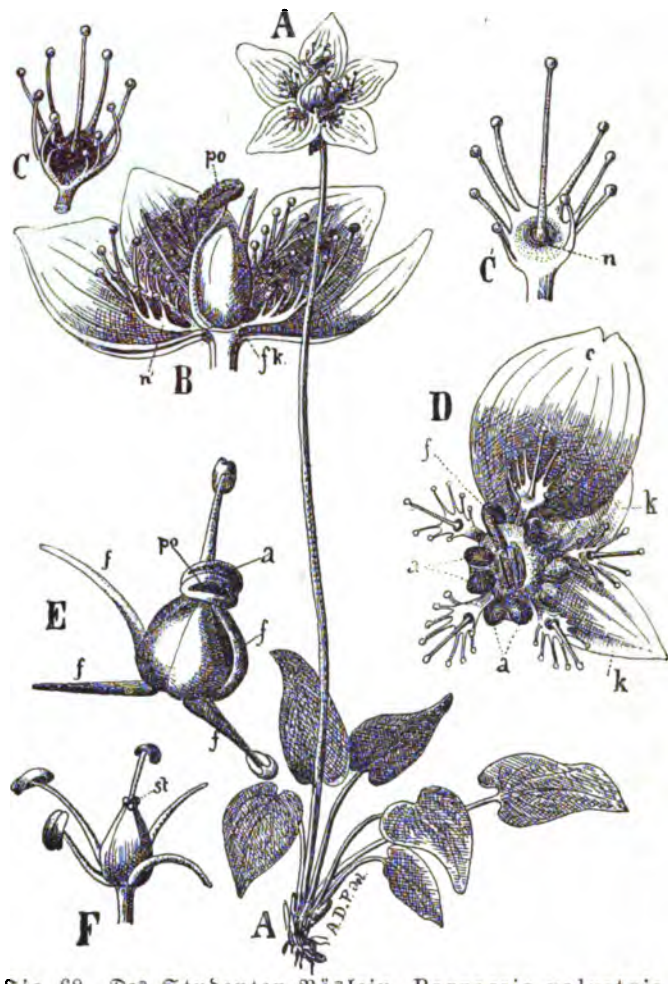
wechselnden Staubgefäße (a' Figur 67 B) aufzuspringen; ihm folgen langsam nacheinander die andern Staubblätter desselben Kreises und erst nach deren Entleerung die 5 inneren Staubgefäße. Mehr als 3 Staubbeutel wurden nie gleichzeitig mit Pollen behaftet gefunden, in der Regel nur 1 oder 2. Vor dem Aufspringen richten sich jedesmal die Staubblätter auf, so daß sie von den das Nektarium beleckenden Insekten berührt werden müssen; nach der Entleerung biegen sie sich wieder zurück. Der die Griffel umgebende, honigabsondernde Ring (n Fig. 67 C, D und E) ist im ersten Zustande der Blüthe noch grün, erst im zweiten Stadium wird er gelb." — Bei unserer Saxifraga Seguieri wird der Honig auf dem ringförmigen Nektarium (n) in solcher Menge abgeschieden, daß der gelbe Ring um die beiden Griffel herum von einer ununterbrochenen Schicht von Honigsaft völlig bedeckt erscheint. Durch diesen Honigreichthum, der ja für die besuchenden Insekten immer die Hauptsache ist, wird der Nachtheil, den die Blüthe in Folge der Kleinheit ihrer Kronblätter und dadurch bewirkte Unscheinbarkeit erleidet, mehr oder weniger compensirt. In der That wird denn auch diese Steinbrechart reichlich von fliegenartigen Insekten besucht, wobei die frühreife Narbe längst mit fremdem Pollen, der von älteren Blüthen herstammt, bestäubt sein wird, ehe ein Staubblatt derselben Blüthe seinen Pollen entleert.

Zwei Eigenthümlichkeiten der besprochenen Steinbrecharten verdienen hier noch ganz besonders hervorgehoben zu werden: einmal die Thatsache, daß bei allen Saxifraga-Arten die Staubblätter der Reihe nach, nicht alle zu gleicher Zeit, sondern jedes einzeln, unabhängig von allen übrigen, zur Vollendung und Entleerung gelangen. Der denkende Leser wird unschwer die Nützlichkeit dieser Einrichtung, die in der That eine Begünstigung der Fremdbestäubung ist, erkennen.

Die andere Thatsache betrifft die proterogynen Steinbrecharten, die während der Anthese ihre Blüthe noch fortwährend vergrößern, so daß zur Zeit, da das letzte der 10 Staubblätter seinen Pollen entleert, die schimmernde Blüthenfläche oft den doppelten Durchmesser besitzt im Vergleich zur eben erst geöffneten Blüthe im weiblichen Stadium. So ergiebt sich denn, daß die proterogyne Blüthe im männlichen Stadium mehr Reize entfaltet, als im ersten, weiblichen Zustande. Dadurch werden Insekten zuerst von den älteren, also pollenentleerenden Blumen angelockt, während dieselben Insekten erst in zweiter Linie zu den weniger schimmernden, jüngeren Blüthen, die sich im weiblichen Zustand befinden, übergehen werden. Auch hier ist unschwer zu erkennen, daß die Fremdbestäubung in diesem Falle sicherer vermittelt wird, als wenn das umgekehrte Verhältniß stattfände.

In der That: je tiefer wir ins scheinbar Kleinliche des Blumenlebens eindringen, je mehr wir der scheinbar zufälligen Einzelnheiten gewahr werden, desto mehr ergeben sich gesetzmäßige Beziehungen zwischen unscheinbaren Ursachen und unendlich großen Wirkungen. Es giebt wohl keine Blume auf unseren Feldern und Wiesen, die nicht in einer Fülle anscheinend ungewichtiger „Nebensächelchen" den staunenerregenden Erfolg der natürlichen Auslese kundgäbe, wenn wir der Geduld genugsam besitzen würden, all jene Kleinigkeiten im traumhaften Lebensgang einer jeden Blume forschend wahrzunehmen und gewissenhaft zu registriren, um sie gegen einander abzuwägen und des Räthsels Sinn zu ergründen.

19. Das Studenten-Röslein oder Herzblatt (Parnassia palustris L.).



Eine zierliche Pflanze feuchter Wiesen und Riet-sümpfe, mit grundständiger Rosette langgestielter herz-förmiger Blätter (Fig. 68 A) und schlanken Blüthenstielen von 10 – 30 Centimeter Länge, die oben eine einzige, aber ziemlich große und mit ihren blendend weißen Kron-blättern weithin schimmernde sternförmige Blüthe tragen, deren zauberhaft schöner Bau wohl Anlaß zu all den vielen Benennungen gab, welche diese Pflanze in Europa und Asien, in den Gebirgsgegen-den des Südens, wie in den Flachländern des Nordens erhalten hat. In der That ist eigentlich der gesammte Bau dieser Pflanze bei aller Einfachheit durchaus nobeln Charakters, und ich wüßte unter den Landpflanzen der Torfsümpfe und Rietwiesen keine andere zu nennen, die ihr an ästhetischer Anlage

Fig. 68. Das Studenten-Röslein, Parnassia palustris L.

A— A— Blühende Pflanze (Habitusbild) etwas verkleinert.

B— Längsschnitt durch die Blüthe vergrößert. (Nach A. Kerner.)

fk—Fruchtknoten, n'—Nectarium-Apparat. po—Pollen, welcher aus einem sich nach Oben und Außen entleerenden Staubbeutel tritt.

C— Ein, in einen Nectarium-Apparat verwandeltes Staminodium, vergrößert. (Nach A. Kerner.)

C'— Ein ebensolches (nach Hermann Müller).

D—Blüthe nach Entfernung von 3 Kelchblättern und 4 Blumen-Blättern, gerade von Oben gesehen. Sie hat sich eben geöffnet: ein Staubgefäß hat sich gestreckt, seinen Staubbeutel auf die Mitte des Fruchtknotens gelegt, dessen Narben noch nicht entwickelt sind, und ist im Begriff, nach Außen aufzuspringen und seine jetzt nach Oben liegende Außenfläche mit Pollen zu bedecken. Nach seinem Ausstäuben biegt sich das erste Staubblatt zurück und wird von einem zweiten abgelöst u. s. w.

E—Geschlechtsorgane einer Blüthe, von der Seite gesehen, vergrößert. Vier Staubblätter sind bereits entleert, das fünfte, oben mit Pollen bedeckt, liegt auf dem Fruchtknoten. Die Narben sind noch unentwickelt.

F— Geschlechtsorgane einer Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium. Alle Staubbeutel sind ent leert, die Narbe ist jetzt empfängnißfähig — (D, E und F nach H. Müller.)

gleichkäme. Die Blumenfreunde begrüßen sie daher allerwärts als freundliche Erscheinung, welche dichterischen Reiz in die Monotonie der Sumpfflora bringt. Im Juni und Juli, zur Zeit, da die Rietgräser anfangen fahl zu werden, nachdem sie ihre langweiligen Fruchtährchen zur Entwicklung gebracht, erheben sich aus dem Wirrwarr des urwaldförmigen Rasens die schlanken Blüthenstengel der Parnassia und alsbald schimmern und leuchten die schneeweißen Blumensterne an allen Enden zwischen Carex- und Gräserhalmen hervor, weithin mit dem luftigen Insekten-Gesindel coquettirend.

Hermann Müller hat diese, so oft beschriebene und immer wieder angestaunte Blume eine Schwindlerin genannt, was sie im Hinblick auf ihr für die Insekten so vielversprechendes Aeußere auch wirklich ist. Wollen wir sie mit einem gelinderen Ausdrucke und zur Rettung ihres poetischen Taufnamens passender bezeichnen, so nennen wir sie eine Täuschblume.

Die vollkommen entwickelte Blüthe besteht aus einem 5-blätterigen Kelch (k k Fig. 68 D), mit welchem die ebenso viele Blätter zählende Krone alternirt. Diese Kronblätter, von breiteirundem Umriß sind blendend weiß gefärbt, in eine Ebene ausgebreitet, circa doppelt so lang als die Kelchblätter und von durchscheinenden Bogennerven durchzogen. Auf die sternförmige Krone folgt weiter einwärts ein Kreis von 5 Staubblättern, die mit dem Kronblattkreis alterniren (f und a a in Fig. 68 D und E). Zwischen den 5 Staubblättern stehend und einen folgenden Blattkreis repräsentirend, finden sich 5 in ganz eigenthümliche Gebilde verwandelte, zu Nectarien-Apparaten gewordene Staminodien (C C′ in Fig. 68), von denen in der Folge ein Mehreres zu sagen ist. In der Mitte der Blüthe findet sich der relativ große eiförmige, aus 3 oder 4 verwachsenen Carpellen bestehende Fruchtknoten, der — ohne einen verlängerten Griffeltheil zu bilden — an seinem Scheitel die gelappte Narbe trägt (st in Fig. 68 F).

Ganz so, wie die meisten Steinbrech-Arten (Fig. 66) ist auch die Parnassia eine proterandrische Pflanze. Hier wie dort entleeren sich die Staubbeutel in einer Zeit, da die Narbe noch nicht entwickelt und daher auch noch nicht empfängnißfähig ist. Die Blüthe ist also im ersten Stadium der Anthese männlich; erst wenn die Staubbeutel entleert sind, tritt die Narbe in Funktion: die Blüthe ist im zweiten Stadium der Anthese weiblich. Eine Sichselbstbestäubung ist bei der Parnassia auch deshalb nicht möglich, weil die Staubbeutel, die der Reihe nach durch die Streckung und eigenartige Anschmiegung der Filamente an den Fruchtknoten mitten auf den Scheitel des letzteren so zu liegen kommen, daß der Pollen sich auf der dem Narbentheil direkt entgegengesetzten, also abgewendeten Seite durch die Staubbeutelrisse entleert (po an der Anthere a bei Fig. 68 E) und von hier durch die honigsuchenden Insekten weggeschleppt wird, ohne daß irgend eine Möglichkeit vorhanden wäre, daß Pollen auf die Narbe gelangte und hier liegen bliebe, bis letztere empfängnißfähig wird. Selbst wenn die sämmtlichen Insekten, welche diese Blume zu besuchen pflegen, ausbleiben würden, wäre kaum zu denken, daß eigener Pollen auf die spät zur Entwicklung gelangende Narbe (st in Fig. 68 F) gelangte; denn kurz nach der Entleerung des Blüthenstaubes (po bei E) zieht sich das ganze Staubblatt vom Fruchtknoten zurück, die einschrumpfenden entleerten Antheren werden durch die Krümmung der Filamente von der Narbe entfernt und fallen alsbald von den ausgespreizten Filamenten (f f in Fig. 68 E) ab).

Wer das Studenten-Röslein zum ersten Mal seine zierliche Blüthe entfalten sieht und gewahr wird, wie die fünf rings um den dicken Fruchtknoten stehenden Staub-

blätter der Reihe nach durch die Streckung der Filamente und die sonderbare Einkrümmung der Letzteren die pollenerfüllten aber noch geschlossenen Antheren (a Fig. 68 D und E) hinauftragen, mitten über den Scheitel des Fruchtknoten, um hier — also in nächster Nähe der Narben — den Pollen zu entleeren, der wird geneigt sein, in dieser wunderbar „zweckdienlichen" Bewegung der männlichen Organe eine weise Absicht zu sehen und sie als Begünstigung der Selbstbestäubung aufzufassen. Aber diese so anscheinend selbstverständliche Schlußfolgerung ist eine total irrige; denn diese wunderbar erscheinende Annäherung der sich entleerenden Staubbeutel an diejenige Stelle des weiblichen Organes, wo die „Befruchtung" vor sich zu gehen pflegt, dient gerade zur Vermeidung der Selbstbestäubung und begünstiget in hohem Maße die Frembbestäubung; denn zunächst werden ja gerade die — übrigens zu dieser Zeit noch unentwickelten — Narben von dem sich öffnenden Staubbeutel so bedeckt, daß der nach Oben austretende Pollen überall anderswohin, nur nicht auf diese Narbe selbst gelangen kann. Dagegen — und das ist die Hauptsache an dieser wunderlichen Staubblattbewegung — wird der sich entleerende Pollen gerade in eine solche Lage gebracht, daß ein Insekt, welches regelmäßig in der Mitte der Blume abzusteigen gewöhnt ist, mit jenem Pollen an derjenigen Körperstelle verunreiniget wird, die beim Besuch einer andern, etwas älteren Blüthe mit der empfängnißfähigen Narbe in Berührung kommt und also an dieser den dort gewonnenen Pollen abstreifen kann.

Wir können diese ganze, so ungemein praktische Einrichtung kurz in folgenden Worten skizziren:

1) Die Blüthe von Parnassia besitzt einen unbeweglichen Fruchtknoten.
2) Im ersten Stadium der Blüthe führen die Staubblätter Bewegungen aus, deren Resultat die Entleerung des Pollens an der für Frembbestäubung möglichst günstigen Stelle ist.
3) Insekten, welche der Reihe nach bald jüngere, bald ältere Blüthen besuchen, bringen dieselben Körperstellen bald mit den sich entleerenden Blüthenstaubkörnern einer jüngern, bald mit der empfängnißfähigen Stelle einer älteren Blüthe in Contact. Frembbestäubung muß unter solchen Umständen stattfinden.

Ist diese Einrichtung nicht eine wunderbar „zweckentsprechende"? Würde ein genialer Maschinen-Ingenieur wohl im Stande sein, in so einfacher Blume einen sinnreicheren und unfehlbareren Apparat zu schaffen, als wie ihn die Parnassia zur Vermeidung der Selbstbestäubung und zur Begünstigung der Frembbestäubung besitzt?

— — —

Aber die Natur — unbewußt, wie sie ist — gelangte kraft der ehernen Concurrenz-Gesetze auf dem Wege allmäliger Umwandlung zu diesen staunenswerthen Züchtungsresultaten, vor deren großartiger Einfachheit und durchschlagender Leistungsfähigkeit die sinnreichsten Erfindungen des menschlichen Geistes wie Stümperwerke erscheinen. Mit den einfachsten Mitteln schafft die Natur ihre größten Erfolge. Man verstehe uns wohl: wir sprechen hier von der Natur als von der geistlosen und unbewußten Erscheinungswelt, als dem Inbegriff der unbeseelten, aber ewig bewegten Materie. Wir verwahren uns dagegen, wenn versucht werden sollte, unserem Sprachgebrauch für den Sammelbegriff „Natur" einen mystischen, metaphysischen Begriff, etwa das Hartmann'sche „Unbewußte", oder den Schopenhauer'schen „Willen", oder gar einen

anthropomorphen „Gott" zu unterschieben. Doch hievon des Näheren in einem folgenden Kapitel.

Wir haben gesehen, daß die Sumpf-Parnassia für Fremdbestäubung eingerichtet ist. Es erübriget uns noch, zu zeigen, welche Mittel hier in Anwendung kommen, die alle auf honigsuchende Insekten lockend einwirken. Zunächst ist es die weitschimmernde Fläche der schüsselartig geöffneten weißen Blumenkrone, welche im grellen Gegensatz zum düsterdunkeln Grasgrün des herbstlichen Wiesengrundes geeignet ist, die Aufmerksamkeit zu erregen. Sind nun aber die herbeigelockten Insekten einmal in die Nähe der Blume gekommen, so werden sie vollends durch den Zauber berückt, den die wunderlichen Nectarium-Apparate auf sie ausüben. Letztere stehen unmittelbar vor den weißen Kronblättern, zwischen diesen einer- und dem dicken Fruchtknoten anderseits (Fig. 68 B, C, D). Jeder Nectariumapparat (C und C′) besteht aus einem breiten kurzen Stiel, welcher oben eine fleischige Scheibe (n in C′ Fig. 68) trägt. Letztere zeigt auf ihrer flachen Oberseite zwei seichte Vertiefungen, in denen Honig abgeschieden wird. An dem seitlichen und am äußern Rande der Nectariumscheibe stehen 7—11 schief nach Oben und Außen divergirende borstenartige, am obern Ende je mit einem goldgelben Köpfchen ausgestattete Anhängsel (C und C′ Fig. 68), welche bei oberflächlicher Betrachtung eine große Aehnlichkeit mit den Tentakeln der insektenfangenden und verdauenden Blätter des Sonnenthaues (Drosera, vergl. Fig. 5, 6 und 9 dieses Werkes) besitzen. Ueber die Deutung dieser goldenen Fransen der Nectarien war man lange Zeit im Unklaren, bis zwei der berufensten Forscher, unabhängig von einander, jeder für sich eine Erklärung dieser Gebilde fanden, so zwar, daß die beiden Erklärungen durchaus verschieden und jede für sich allein annehmbar ist, indeß durch die Vereinigung beider Deutungen die Frage der physiologischen Funktion mehr als befriedigend gelöst erscheint. Kerner giebt in seiner brillanten Arbeit über „Die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste" (2. Aufl. 1879) folgende zutreffende Erklärung: Der Nectar ist bei Parnassia nur von einer, nämlich von der dem Fruchtknoten zugewendeten Seite zugänglich, und die Insekten, welche ihn von dieser Seite gewinnen, müssen mit dem Centrum der Blüthe in Berührung kommen, wo im ersten Stadium der Anthese der Blüthenstaub, in späteren Stadien die belegungsfähige Narbe exponirt ist. Insekten, welche den Nectar saugen, indem sie über die Mitte der Blüthe Einkehr halten, streifen auch unvermeidlich bald die Pollenbehälter, bald die Narbe und werden, indem sie von Blüthe zu Blüthe, von Stock zu Stock schwärmen, Fremdbestäubung veranlaßen. Wie aber verhalten sich die Insekten, welche auf den Rand der Kronblätter anfliegen? — Wenn sie sich vom Rande der schüsselförmig ausgebreiten Blüthenhülle gegen die Nectarien bewegen, so finden sie daselbst alsbald eine Schranke in Form eines Gitters, welches eben von jenen borstenartigen, strahlenförmig von jedem Nectarium auslaufenden Fransen gebildet wird (vergl. Fig. 68, B u. D). Dieses Gitter ist aber nicht unübersteiglich, die borstenförmigen, das Gitter bildenden Fransen sondern keinen Klebestoff ab, der die Insekten zurückhalten könnte, und sie endigen auch nicht mit einer stechenden Spitze, sondern sind durch ein kugeliges gelbes Köpfchen abgeschlossen. Die vom Rande der Blumenkrone herschreitenden Insekten überklettern darum dieses Gitter mit Leichtigkeit und ohne jedweden Nachtheil und gelangen so an die dem Fruchtknoten zugewendete Seite des Nectar-Apparates, wo sie eben das finden, was sie suchen, nämlich den Honigsaft. Aber bei dem Ueberklettern des Gitters nähern sie sich auch unvermeidlich so sehr der Mitte der Blüthe, daß sie dort einen Pollen-

behälter oder — in einer ältern Blüthe — die Narbe streifen. Wenn auch auf Umwegen, gelangen demnach die an den Rand der Blume anfliegenden Insekten schließlich doch zu derselben Einfahrt, welche die schon im ersten Anfluge über die Mitte der Blüthe auf den Nectar lossteuernden Insekten gewählt haben.

Der aufmerksame Leser wird hieraus finden, daß die Kerner'sche Deutung der Nectar-Apparate ebenfalls im Sinne der Begünstigung der Bestäubung durch honigsuchende Insekten ausgefallen ist.

Halten wir nun dieser Deutung diejenige entgegen, die Hermann Müller für Parnassia aufgestellt hat:

Die am Ende der borstenartigen Auswüchse des Nectar-Apparates sitzenden gelben Köpfchen gleichen so täuschend Flüssigkeitströpfchen, daß man sich durch eine besondere Probe überzeugen muß, daß man es nicht mit solchen, sondern mit völlig trockenen Köpfchen zu thun hat. „Daß auch die Fliegen von dem Aussehen dieser Köpfchen getäuscht werden und sie für Flüssigkeitströpfchen halten, beweist eine Beobachtung meines Sohnes, der einer Eristalis nemorum (einer Schlammfliegen-Art) längere Zeit aus großer Nähe zusah, die diese vermeintlichen Tröpfchen abzulecken versuchte und erst durch seine noch weitere Annäherung verscheucht wurde. — Wir haben in Parnassia palustris also unzweifelhaft eine sehr ausgeprägte Täuschblume vor uns, die den dummen Fliegen etwa ein halbes Hundert weithin sichtbarer Honigtröpfchen vorschwindelt und sie dadurch mächtig anlockt, die ihnen aber dann, wenn sie herangekommen sind, eine zwar der Mühe lohnende, aber doch im Vergleiche zu der vorgeschwindelten nur sehr bescheidene Ausbeute an offen liegendem Safte darbietet."

Soweit die beiden berufenen Blumenkenner. Wir überlassen es dem objektiven Leser, welcher der beiderlei Erklärungen er den Vorzug geben will. Beide scheinen uns nach unseren eigenen Beobachtungen der Natur des Sachverhaltes zu entsprechen und wir acceptiren sie für unseren Gebrauch beide zugleich. Jene wunderlichen Apparate des Studenten-Rösleins, an welchem der arme Conrad Sprengel, dieser „Columbus" der Blumenphilosophie, vor 80 Jahren sich den Kopf zerbrach, ohne zu einer befriedigenden Lösung des Räthsels zu gelangen, sind nach unserer Auffassung eben nichts Anderes als zu gleicher Zeit Lock- und Täuschungsmittel und nützliche Wegweiser gegenüber jenen Insekten, die Honig zu naschen gewohnt sind, ohne auf den Nutzen der Blume Bedacht zu haben.

Es ist ein merkwürdiges Zusammentreffen, daß zwei ganz verschiedene Sumpfpflanzen, wie es der Sonnenthau (Drosera) und das Studenten-Röslein (Parnassia) sind, ganz ähnlich gebaute Organe auf durchaus verschiedenen Theilen, bei Drosera auf den vegetativen Blättern (vergl. Fig. 5, 6 und 9), bei Parnassia in den Blüthen zu bilden vermochten, beide im Wesentlichen darin übereinstimmend, daß sie schwärmende Insekten täuschen und dadurch anlocken, im einen Falle, beim Sonnenthau, um sie auf den todbringenden Blättern festzuhalten und schließlich zu verdauen, im andern Falle (bei Parnassia palustris) ihnen reichlichen Honigsaft vorschwindelnd, um sie zu dem wenigen zu leiten, der zu gewinnen ist, aber nur zu gewinnen, wenn das Insekt gewisse Stellungen und Bewegungen in der Blume ausführt, welche dieser letzteren durch Vermittlung der Narbenbestäubung nützt.

Der Leser erinnert sich des Kapitels über fleischfressende Pflanzen (pag. 59—120), wo wir gezeigt haben, daß ein einziger warmer Sommertag genügt, um in einer Sumpf-

wiese Hunderttausende von kleinern Kerbthieren durch die thauglänzenden Blätter von Drosera-Pflänzchen ins Verderben zu ziehen. Wir „weise" Menschenkinder möchten geneigt sein, bei solchen Wahrnehmungen von unserer „geistigen Höhe" herab verächtlich und wegwerfend nieder zu blicken auf den schwachen Intellekt des „dummen" Insekten-Gesindels, das vom Sonnenthau sich so leicht berücken und ins Verderben reißen läßt. Aber sobald wir uns die Mühe nehmen, die Sachen und Verhältnisse genauer zu betrachten, so werden wir uns endlich bescheiden müssen, zuzugeben, daß es uns in ähnlichen Situationen nicht besser gehen würde.

Hier zwei Thatsachen und die daraus zu folgernden Schlüsse:

1) Auf derselben Torfwiese treffen wir häufig nicht allein zahllose Sonnenthaupflänzchen, sondern auch die Täuschblume der Parnassia palustris dicht neben einander stehend und jede in ihrer Art Insekten anlockend.
2) Die glänzend gelbköpfigen Borsten am Nektar-Apparat von Parnassia palustris vermögen bei relativ geringem Effekt honignaschende Insekten anzulocken und diese Insekten finden auch schließlich, wenn auch nicht dort, wo ihnen der Augenschein solchen vortäuscht, den beliebten Nektar.

Was liegt nun näher, als daß dieselben Insekten, welche in der Blüthe von Parnassia palustris schließlich fanden, was sie suchten, nun noch reichlichere Honigausbeute zu machen wähnen, wenn sie auf einem benachbarten Droserablatt 200 - 300 diamantglänzende Safttropfen, wirkliche Tropfen an Organen sehen, die mit den gelbköpfigen Borsten des Nectar-Apparates von Parnassia so große Aehnlichkeit haben? Würde uns an Stelle der Insekten nicht dasselbe Schicksal erreichen? —

Denken wir uns einen hungernden Handwerksburschen, der eine große, unbekannte Stadt zum ersten Mal betritt. Er stoße in der ersten besten Gasse auf ein Haus, woran eine verführerisch gemalte Schildtafel dem Hungernden Brod und Schinken gratis ankündiget. Er findet in dem betreffenden Hause, zwar nicht an der dem Gemälde entsprechenden Stelle, aber doch in deren Nähe, das so sehnlich Gewünschte in kleinen Portionen. Noch halbhungrig verläßt er dieses Haus und stößt bald auf ein benachbartes Gebäude, an dem die gemalte Schildtafel ein wahres Meisterwerk von „Stillleben" ist: Schinken, Brod, Käse und Früchte sind so täuschend zur Darstellung gebracht, daß dem armen Schelm das Wasser im Mund zusammenfließt, umsomehr, als auch hier Alles gratis ausgeboten wird und ohne Mühe und Arbeit erreichbar erscheint. Wer von uns würde — an der Stelle des hungernden Fremden — nicht ebenfalls in das zweite Gebäude eintreten? Wenn er nun aber eintritt und anstatt in reichem Maße Labung hier den Tod findet, indem sich das Hausthor hinter ihm schließt, während er in einen Wasserbehälter fällt und ertrinkt: ist er nun aus Mangel an Intelligenz dem Verderben anheimgefallen? — —

Im gleichen Falle steht und fällt die Fliege, welche erst das Studentenröslein nach Honig absuchte und hernach auf dem benachbarten lebenden Sonnenthaupflänzchen in der purpurnen Umarmung von 200—300 Tentakeln den Tod findet.

Ja, die Natur ist „listig" und grausam und selbst dem Weisesten ihrer Geschöpfe gegenüber erweist sie sich als die überlegene. Hier täuscht sie, um nur halben Lohn zu gewähren, dort täuscht sie, um ins Verderben zu locken.

Wie erfolgreich die Lockmittel der wunderlichen Parnassia auf die honigsuchenden Insekten einwirken, geht aus der großen Besucherliste hervor, die H. Müller anläßlich-

seiner Untersuchungen über die Alpenblumen aufgestellt hat. Es hat derselbe nicht weniger als 59 verschiedene Arten von Kerbthieren auf den Blüthen dieser Pflanze beobachtet. Von diesen Insekten sind mehr als $^{2}/_{3}$ der Besucher Dipteren, also fliegenartige, kurzrüsselige Honignäscher.

Bei so reichlichem Zuspruch wird es begreiflich, daß selten eine Parnassiablüthe unbefruchtet bleibt und daß der Nothbehelf einer Sichselbstbestäubung vollständig aufgegeben werden konnte.

20. Der Sauerdorn (Berberis vulgaris L.) Berberitze.

Diese Pflanze, ein Strauch von 2—3 Meter Höhe, findet sich in Hecken, Gebüschen, an Waldrändern und auch in Garten-Anlagen fast durch ganz Europa und im gemäßigten Asien bis zum Himalaya. Die Jugend lernt ihn frühzeitig wegen der angenehm sauer schmeckenden Blätter kennen, die bei Wanderungen durch Feld und Wald in großer Sommerhitze ein treffliches Mittel gegen den brennenden Durst abgeben und daher reichlich zu diesem Zwecke genossen werden. Auch als Zierpflanze ist dieser Strauch weit verbreitet; denn die sanft gebogenen, schlanken Zweige mit den in Büscheln stehenden graugrünen Blättern verleihen dem Sauerdorn ein äußerst elegantes Aussehen. Zur Zeit der Blüthe (Mai—Juni) steht die ganze Pflanze meist mit prächtigen, goldgelben Blüthentrauben (Fig. 69 I) bedeckt und im Herbst finden wir an Stelle der letztern die purpurrothen sauren Beerentrauben, welche aus dem gelb werdenden Laubwerk der nächsten Umgebung grell herausleuchten und nach dem Laubfall noch längere Zeit den ganzen Busch in einem flammenden Roth erhalten. Früher wurden diese Beerenfrüchte auch arzneilich gebraucht, ebenso das Holz des Strauches zum Gelbfärben. Beide Anwendungsarten sind in der Neuzeit außer Curs gerathen. Dagegen hat der Sauerdorn durch die neueren Pilzforschungen eine traurige Berühmtheit erlangt. Es ist erwiesen, daß er eine nothwendige Zwischenstation im Entwicklungsgang jenes Pilzes darstellt, der unter dem Namen Uredo linearis und Puccinia Graminis den berüchtigten Getreiderost bildet. Die Infektion eines Weizenfeldes durch den schädlichen Pilz erfolgt in der Regel von einem benachbarten Sauerdornstrauch aus, auf dessen Blättern der Pilz vorher eine Zeit lang unter anderer Form (als Aecidium Berberidis) lebte, um sich für die Invasion auf die Weizenfelder vorzubereiten. Es ging daher seit langer Zeit der Ruf durchs Land: Fort mit den Sauerdorn-Sträuchern! und in der That ist diesem Rufe in vielen Gegenden derart Genüge geschehen, daß man dort selten noch ein Exemplar der anrüchigen Pflanze findet.

Für den aufmerksamen Naturbeobachter ist indeß der Sauerdorn schon wegen seiner eigenthümlichen Blüthen ein ganz besonders gerngesehenes Objekt und eine Fundstätte stillen Vergnügens. In jeder Blüthe können wir nämlich eine wunderliche Bewegung der Staubblätter wahrnehmen, die regelmäßig eintritt, wenn die längere Zeit unberührt gebliebenen Filamente an ihrer Basis mit einer Nadel- oder einer Federmesserspitze leicht berührt werden. Dieses eigenthümliche Bewegungs-Vermögen der Staubblätter findet sich in ähnlicher Weise nicht nur auch bei andern Arten der Gattung Berberis, sondern ebenso bei Arten einer andern Gattung der gleichen Familie, wie

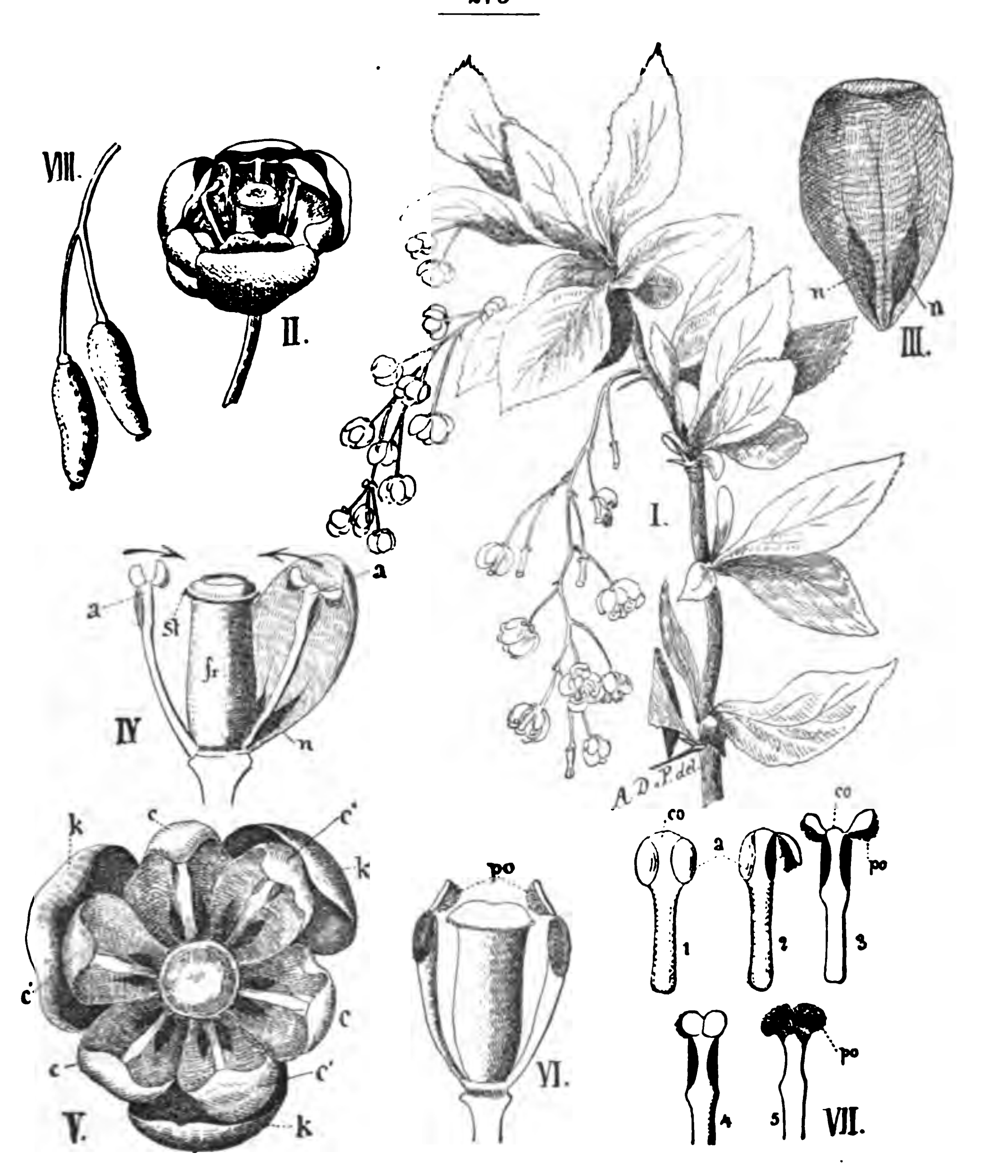


Fig. 69. **Berberis vulgaris**, **Sauerdorn, Berberitze.**

I. Ein beblätterter Zweig mit Blüthentrauben

II. Eine Blüthe, vergrößert, schief von der Seite und von Oben gesehen. Die drei sichtbaren Staubblätter sind hier in ungereiztem Zustand dargestellt.

III. Ein Kronblatt mit den zwei Nectardrüsen n an der Basis — vergrößert.

IV. Der Fruchtknoten fr mit der ringförmigen Narbe st und zwei, sich gegen den Fruchtknoten in der Richtung der Pfeile bewegende Staubblätter, deren Antheren a a bereits geöffnet sind. n—Nektardrüsen am Grunde des einen hier dargestellten Kronblattes.

V. Eine offene Blüthe von Oben gesehen. k k k – die drei innern Kelchblätter, welche bedeutend, groß und gelb gefärbt sind und daher große Aehnlichkeit mit den Kronblättern besitzen. c c c — äußere c' c' c' — innere Kronblätter (vergrößert).

VI. Fruchtknoten und Staubblätter, letztere am Ende der Reizbewegung, den Pollen über den Narbenring erhebend, also Selbstbestäubung verhindernd.

VII. 1, 2, 3, 4 u. 5 — die auf einander folgenden Stadien beim Entleeren der Antheren a. co — Connectiv; po — Pollen. (Diese Figuren sind z. Th. nach der Natur, z. Th. nach H. Müller angefertigt.)

z. B. bei den aus dem Orient (China und Japan) stammenden Ziersträuchern unserer Anlagen, die unter den Namen Mahonia japonica und M. aquifolia als immergrüne fiederblättrige Gewächse weit herum jedem Schuljungen bekannt sind.

Die Blüthen des gemeinen Sauerdorns stehen in zierlichen, entweder wagerecht oder schief abwärts gerichteten Trauben (Fig. 69 I.), wodurch die im Innern liegenden Geschlechtsorgane (Staubblätter und Fruchtknoten), sowie die Nectar-Drüsen mehr oder weniger gegen das Einfallen von Regentropfen u. dergl. geschützt sind.

Die Einzelblüthe (Fig. 69 II. und V.), aufrecht vor den Beschauer gestellt, läßt — von Unten nach Oben oder was dasselbe: von Außen nach Innen — folgende Bestandtheile erkennen:

1) Einen Kreis von 3 kleinen äußeren, etwas derben, meist purpurroth oder orangegelb bis bräunlich gefärbten Kelchblättern (in unserer Figur 69 nur beim Habitusbild I angedeutet).
2) Einen Kreis von 3 größern, inneren, zarteren Kelchblättern, die in Form, Größe und Farbe ganz mit den Kronblättern übereinstimmen, gelb gefärbt, schalenartig gekrümmt und daher von Laien häufig für Kronblätter gehalten (k k k Fig. 69 V). Diese inneren, kronartigen Kelchblätter stehen in regelmäßigen Abständen (von 120 °) und alterniren mit den drei äußeren Kelchblättchen.
3) Einen Kreis von 3 zarten, gelb gefärbten äußeren Kronblättern (c c c Fig. 69 V), die ihrerseits mit den vorgenannten innern Kelchblättern alterniren und ebenfalls schüsselartig gekrümmt sind (Fig. 69 II).
4) Einen Kreis von 3 ebenso beschaffenen innern Kronblättern (Fig. 69 V c′ c′ c′) die mit den äußern alterniren.
5) Einen Kreis von 3 äußern Staubblättern.
6) Einen Kreis von 3 inneren Staubblättern, welche mit dem vorhergehenden Blattkreis alterniren, daher alle 6 den 6 Kronblättern gegenüberstehen, so daß jeweilen an der Basis eines Kronblattes auch ein Staubblatt eingefügt ist. (Fig. 69 II und V.)
7) Einen säulenförmigen Fruchtknoten in der Mitte der Blüthe (fr. Fig. 69 IV. V. und VI.). Derselbe besteht aus einem einzigen Fruchtblatt.

Wenn der aufmerksame Beobachter sich diesen Blüthenbau an der lebenden Pflanze durch eigenhändiges Zergliedern einzuprägen versucht, so kann ihm schon bei dieser noch ziemlich oberflächlichen Untersuchung kaum entgehen, daß die 6 Staubblätter in Folge leichter Berührung eine thierähnliche Reizbewegung ausführen, die nicht minder interessant erscheint, als die oben bei der Kornblume besprochene Reizbewegung der Filamente so mancher Compositenblüthen.

In der lange Zeit unberührt gebliebenen lebendigen Blüthe vom Sauerdorn sind die breiten Staubfäden, welche am Grund des säulenförmigen Fruchtknotens (Fig. 69 IV. und V.) zwischen dem letzteren und den 6 Kronblättern eingefügt sind, so nach Außen gebogen, daß sie je dem Mittelnerv des einzelnen, schüsselartig gekrümmten Kronblattes dicht anliegen, also vom Grunde des Fruchtknotens aus nach Außen und Oben divergiren (Fig. 69 II., IV. und V.). Sie klaffen also in der nichtgereizten Blüthe vom Fruchtknoten weg.

Nehmen wir nun eine Stecknadel oder ein feines Federmesser und führen dieses

Instrument vorsichtig, schief von Oben, so in die Blüthe, daß wir mit der Spitze des eingeführten Gegenstandes die Basis des einzelnen Staubfadens (am Grunde der Fruchtknotensäule) berühren, so beginnt das Staubblatt sich sofort und zwar sehr rasch gegen den Fruchtknoten hin zu bewegen (Fig. 69 IV, wo die beiden Pfeile die Bewegungsrichtung andeuten); unsere Nadel wird zwischen den säulenförmigen Griffel und den gereizten Staubfaden eingeklemmt. Ziehen wir die Nadel vollends aus der Blüthe, so legt sich der Filamenttheil des Staubblattes der Länge nach dicht an die Säule des Fruchtknotens, indeß die geöffnete Anthere dicht an die Narbenscheibe am obern Ende des Fruchtknotens zu liegen kommt (Fig. 69 VI). Wir können bei einiger Vorsicht das Experiment an derselben Blüthe 6 Mal hinter einander ausführen, indem jeder der 6 Staubfäden das gleiche Verhalten zeigt. Nur wenn wir unvorsichtig zu Werke gehen und gleichzeitig mehrere oder gar alle Staubblätter erschüttern, vollzieht sich der Zauber bei mehreren oder bei allen Staubblättern zu gleicher Zeit.

Das ist in kurzen Zügen das Wesentlichste, was jeder Beobachter, jedes Kind, ohne großen Aufwand von Sorgfalt und Mühe und ohne Inanspruchnahme complicirter Instrumente, jederzeit an der lebenden Berberitzenblüthe wahrnehmen kann. Und in der That, es ist des Wunderlichen und Ueberraschenden genug, um die Sauerdornblüthen in die Kategorie der Vexir-Blumen einreihen zu lassen.

Dasselbe gilt von jeder der beiden bei uns häufig in Anlagen und Ziergärten gepflegten Mahonia-Arten (M. japonica und M. aquifolia), die in manchen Gegenden jetzt wohl häufiger zu treffen sind, als der verfolgte Sauerdorn. Wir hatten mitten im Winter auf 1881 Gelegenheit, bei der im Freien ganz unzeitig sich entwickelnden Mahonia japonica vom Frost überraschte Blüthenstände anzutreffen, wo alle Theile total hart gefroren waren. Der blühende Zweig ward abgeschnitten und in ein schwach geheiztes Zimmer gebracht, wo er aufthaute und zu unserem größten Erstaunen an denselben Blüthen die Reizbewegung der Staubfäden zeigte, die vorher im Froste starrten. Das ist eine höchst auffallende Erscheinung, um so auffallender, als gewöhnlich die Blüthen der meisten Pflanzen als die zartesten Theile am allerwenigsten den Frost ertragen und gerade diese japanische Mahonia im Monat Mai zu blühen pflegt, also nicht wie die Christblume zu den winterblüthigen Gewächsen gehört.

Der denkende Leser wird geneigt sein, die Reizbewegung der Staubfäden von Berberis und Mahonia als eine die Selbstbestäubung begünstigende, nützliche Einrichtung zu deuten, da ja offenbar zu Tage liegt, daß in Folge der Reizbewegung die geöffneten, pollenentleerten Antheren direkt in die Nähe der Narbe zu liegen kommen. Allein diese Folgerung würde ebenso unrichtig sein, wie die entsprechende bei den Blüthen-Einrichtungen der Parnassia. In der That wurde diese irrige Deutung auch vor circa 80 Jahren vom Altmeister der Blumenphilosophie, von dem schon genannten Conrad Sprengel aufgestellt. Allein sein Ebenbild und würdiger Nachfolger, Hermann Müller, hat in feiner und unwiderleglicher Weise gezeigt, daß die wunderlichen Reizbewegungen der Filamente bei den Sauerdornblüthen in ähnlicher Weise die Fremdbestäubung begünstigen, wie es die Contractionen des Staubfaden-Apparates bei der blauen Kornblume thun.

Es ist kein Zweifel, daß die Staubblätter der Berberideen-Blüthe der Reizbarkeit entbehren würden, wenn nicht die ganze Blume sich dem Besuche von Seiten honigsuchender Insekten angepaßt hätte. Aber Alles deutet darauf hin, daß wir es hier eben

wieder mit einer insektenblüthigen Pflanze zu thun haben. Das prächtige Gelb der 3 innern Kelchblätter und der 6 Kronblätter, die mit einem weithin wirkenden Effekt verbundene Zusammenstellung vieler im Einzelnen nicht gar großer Blüthen zu einer goldenen Traube, der ziemlich starke Blüthenduft und vor Allem aus die reichliche Absonderung des Honigs — all diese Momente sind charakteristische Merkzeichen von ausgesprochenen Insektenblumen.

Jedes der 6 Kronblätter besitzt an seiner Basis je zwei nahe beisammenliegende, nur vom Mittelnerv des Blattes getrennte dicke Gewebewülste von lanzett- oder eiförmigem Umriß (n in Fig. 69 III) und tieforangegelber Farbe. Es sind die Nektar absondernden Organe, die Honigdrüsen (n III., IV. und V.). Da die Staubfäden dicht über der Basis des Mittelnervs jedes Kronblattes eingefügt sind und ziemlich breit erscheinen, so kann sich selbstverständlich der Honig nicht zwischen den Blumenblättern und Staubfäden ansammeln, sondern er ergießt sich in den Winkelraum zwischen den 6 Staubfäden und dem säulenförmigen Fruchtknoten, diesen an der Basis befeuchtend. In einen dieser Winkel zwischen Staubfaden-Basis und Fruchtknoten hat jedes in dieser Blume einkehrende Insekt den Rüssel zu schieben, wenn es Honig saugen will. Aber während dieses geschieht, werden in der Regel die beiden zunächst liegenden Staubblätter an ihrer Basis berührt und in Folge des erhaltenen Reizes veranlaßt, sich derart zu bewegen, daß der Filamenttheil möglichst nahe an die Fruchtknotensäule und der Antherentheil in die nächste Nähe der ringförmigen Narbe zu liegen kommt. Hiebei wird der Rüssel oder gar der ganze Kopf des saugenden Insektes, der zwischen zwei Antheren und der Narbe eingeklemmt ist, auf der einen Seite mit Pollen behaftet, ähnlich wie die Nadel, welche wir in ähnlicher Weise in die Blüthe hineinführen, wenn wir den Effekt des Reizes prüfen wollen.

Als empfängnißfähige Narbe, an welcher der Pollen zur Keimung kommt, wenn er dorthin gebracht wird, dient der klebrige und mit Papillen ausgestattete R a n d (st in Fig. 69 IV.) jener schwach gewölbten Scheibe, welche das obere Ende des säulenartigen Fruchtknotens einnimmt. Gelangt der Pollen an eine andere Stelle, als an jenen schmalen Rand, z. B. a u f d i e W ö l b u n g jener scheitelständigen Scheibe, so kann er nicht befruchtend wirken. „Diejenige Stelle des Insektenrüssels oder Kopfes, welche der von den Staubgefäßen berührten Seite gerade entgegengesetzt ist, kommt natürlich in jeder Blüthe mit der Narbe in Berührung. Begibt sich nun ein Insekt, wie es meistens der Fall ist, durch die seinem Kopf oder Rüssel sich andrückenden Staubgefäße (a in IV Fig. 69) belästiget, nach dem Aufsaugen des ersten Honigtropfens auf eine andere Blüthe, von dieser wieder nach dem Aufsaugen eines Honigtropfens auf eine dritte und so fort, so muß dasselbe, indem es, durch die verschiedene Stellung der Blüthen veranlaßt, bald unter bald über der Narbe, bald rechts, bald links von derselben Kopf oder Rüssel in den Blüthengrund senkt, unvermeidlich den in der einen Blüthe mitgenommenen Pollen in einer andern Blüthe an die Narbe absetzen und, sobald es einmal seinen Kopf oder Rüssel ringsum mit Pollen behaftet hat, i n j e d e r f o l g e n d e n B l ü t h e F r e m d b e s t ä u b u n g b e w i r k e n."

Bei der Honigbiene hat sich Hermann Müller mit Bestimmtheit überzeugt, daß dieses Insekt seinen Kopf meist nur Ein Mal in die Blüthe steckt und nicht etwa in der ganzen Blüthe die Runde macht; „denn so, wie sie eben Honig zu saugen beginnt, schlagen ihr diejenigen Staubgefäße, deren Basis sie berührte, gegen Kopf und Rüssel

und sie verläßt nun meist sofort die Blüthe, um eine andere aufzusuchen, in der es ihr ebenso ergeht. Selten streckt sie noch ein zweites Mal den Rüssel in dieselbe Blüthe. Da sie stets auch mit den Vorderbeinen in die besuchte Blüthe tritt, so bringt sie in der Regel den größten Theil der Staubfäden zum Anschlagen an den Fruchtknoten.

Nur dasjenige Insekt, das beim Besuche der Sauerdornblüthe gewohnt wäre, den Rüssel erst rechts, dann links von der Narbe, oder erst über, dann unter dem Narbenring in denselben Blüthengrund zu senken, würde im Stande sein, Bestäubung der Narbe mit Pollen derselben Blüthe, also kurzweg Selbstbestäubung zu vermitteln. Dies kommt gelegentlich bei Hummeln auch vor; allein in der großen Mehrzahl der Fälle dürfte auch unter solchen Umständen der eigene Pollen auf der Narbe mit gelegentlich hergebrachtem fremdem Pollen in Concurrenz zu treten haben und daher unterliegen.

Der Umstand, daß die Pollenkörner der sich klappig öffnenden Staubbeutel in der Regel mit sammt den aufwärts zurückgerollten Antherenklappen zu hoch zu liegen kommen, als daß sie bei erfolgender Reizbewegung des Staubblattes an den Narbenring gelangen könnten, spricht dafür, daß hier fast Alles gegeben ist, um die Selbstbestäubung zu verhindern.

So sehen wir denn die Einrichtungen in der Berberis-Blüthe in analoger Weise der Fremdbestäubung dienen, wie wir es schon bei einigen andern Pflanzen gefunden haben. Die Reizbewegung der Staubfäden vom Sauerdorn dient in auffallend vollkommener Weise der Uebertragung des entleerten Pollens an die honigsaugenden Insekten, und zwar derart, daß gerade diejenigen Körpertheile des naschenden Besuchers mit Blüthenstaub behaftet werden, die beim Besuch einer nächstfolgenden Blüthe in der Regel mit der empfängnißfähigen Stelle des weiblichen Sexualapparates in Berührung kommen müssen und dabei Fremdbestäubung bewirken. Daß das honigsuchende Insekt während des Saugens durch die Reizbewegung der Staubblätter einigen Schabernak zu ertragen hat, kann, wie aus Vorstehendem erhellt, nur von Nutzen sein, namentlich dann, wenn die kleine Seccatur das Insekt abhält, der Reihe nach wiederholt einzubringen und einen ganzen Rundgang um dieselbe Blüthe zu machen, anstatt gleich zu einer andern Blüthe überzugehen.

21. Der Waldstorchschnabel (Geranium silvaticum L.).

Unsere blumenzüchtenden Leserinnen zählen zu ihren Lieblingen die zahlreichen Arten und Spielarten von Pelargonien, welche vom Cap der guten Hoffnung herstammen und seit langer Zeit als Zimmer- und Gewächshauspflanzen in Europa der Aufmerksamkeit der Gärtner und Blumenfreundinnen genießen. In manchen Gegenden Deutschlands und der Schweiz werden diese importirten Zierpflanzen irrthümlich „Geranien" genannt, wobei übersehen wird, daß die wirklichen Geranium-Arten zum größten Theil wildwachsende europäische Pflanzen sind, während Südafrika nur wenige ächte Geranien besitzt, dagegen die Heimath der Pelargonien ist.

Unter den europäischen Geranium-Arten, die alle eine große Verwandtschaft zu den Cap-Pelargonien besitzen, mit denen sie ja die natürliche Pflanzenfamilie der Geraniaceen bilden, kennt jeder unserer Leser den Roberts-Storchschnabel, Geranium Robertianum L.,

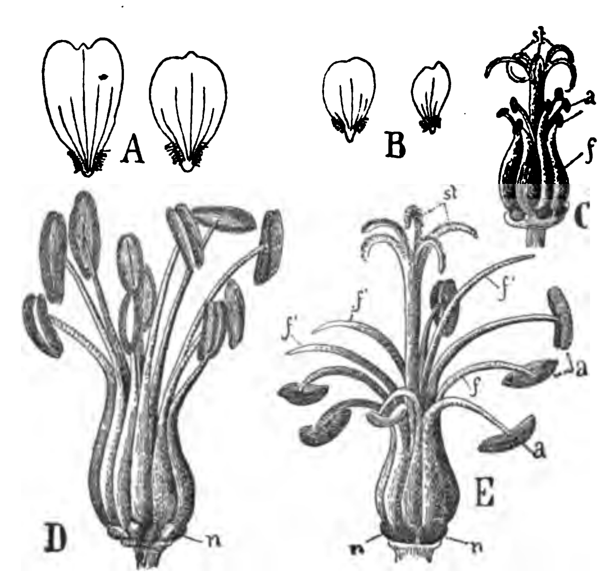


Fig. 70. Geranium silvaticum, Waldstorchschnabel.
A. Kronblätter von zwei verschiedenen Stöcken der großblumigen Form, in natürlicher Größe.
B. Kronblätter von zwei verschiedenen Stöcken der kleinblumigen Form, in natürlicher Größe.
C. Die Geschlechtsorgane einer kleinblumigen Form. Durch die Verkümmerung der Staubbeutel a erscheinen die kleinblumigen Stöcke weiblich.
D. Die Geschlechtsorgane der großblumigen Form am Ende des ersten Stadiums der Anthese. Die Narben sind noch nicht endgiltig entwickelt, während alle Staubgefäße sich bereits entleert haben. Bisher war also die Blüthe männlich.
E. Die Geschlechtsorgane derselben großblumigen Form im zweiten Stadium der Anthese, nun im weiblichen Zustand. Die äußeren Staubbeutel sind völlig entleert und zum Theil auch schon abgefallen, während die Antheren a der innern Staubbeutel nur noch spärlich mit Pollen behaftet und durch die Krümmung der Filamente f f weit von den Narben st entfernt sind; die letzteren sind jetzt vollständig entwickelt und empfängnißfähig. n — Nectarien.
Die Figuren C, D und E sind vergrößert. (Nach Hermann Müller.)

der manchenorts noch besser unter dem wohlbegründeten, aber sehr unästhetischen Namen „stinkender Storchschnabel" oder auch „Ruprechtskraut" bekannt ist und häufig auf Steinhalden, Schutthaufen, alten verwetterten Mauern, in feuchten Gebüschen und Wäldern angetroffen wird, woselbst er — wenn massenhaft vorhanden — die Atmosphäre mit seinem abscheulichen Geruch verpestet und die würzige Luft des Erdbeer- oder Himbeer-Schlages verdirbt. Ein naher Verwandter zum Ruprechtskraut ist der Waldstorchschnabel, Geranium silvaticum L., der in Gebüschen und feuchten Wäldern, sowie auf Bergwiesen in Europa und West-Asien vorkommt und einerseits bis in die Nähe des Polarkreises, anderseits in den Alpen bis in die Hochgebirgs-Region vorzudringen vermochte.

Der Waldstorchschnabel besitzt einen kurzen, ausdauernden Wurzelstock, der mit trockenhäutigen braunen Nebenblättern bedeckt ist. Der senkrecht aufsteigende oberirdische Stengel erreicht eine Höhe von 30—60 Centimetern. Die dem Wurzelstock entspringenden oder diesem letzteren am oberirdischen Stengel zunächst gestellten Blätter sind langgestielt und der Spreitentheil derselben 7-spaltig, mit breitrhombischen, eingeschnitten-gezähnten Abschnitten. Am oberwärts verästelten Stengel stehen die Blätter in weiten Abständen von einander entfernt und sind kürzer gestielt. An den wiederholt gabeläftig verzweigten oberen Theilen stehen die purpurrothen Blüthen in einer Art von Schirmtraube. Gewöhnlich gehen von einem kurzen gemeinsamen Blüthenstiele am Ende eines letzten Zweiges in gleicher Höhe 2 aufrecht-gestielte Blüthen ab.

Die einzelne Blüthe besteht aus einem 5-blätterigen Kelch, dessen einzelne Blättchen in eine Grannenspitze endigen, aus einer mit dem Kelch alternirenden 5-blätterigen, zarten Krone, aus einem äußern, mit den Kronblättern alternirenden Kreis von 5, und einem inneren, mit dem äußern alternirenden Kreis von ebenfalls 5, zusammen

also 10 Staubblättern und einem aus 5 Fruchtblättern zusammengesetzten, in einen ziemlich langen Griffel mit 5 Narben (st Fig. 70) endigenden Fruchtknoten.

Die Blumenblätter (A und B Fig. 70) haben einen verkehrt-eirunden Umriß und sind am obern Ende häufig mit einer seichten Einbiegung versehen, in welcher ein vorspringendes Zähnchen (Fig. 70 A, das Blatt links) den Scheitel des Blattes markirt. An der Basis ist das Kronblatt in eine schmälere Partie, den sogenannten „Nagel" verjüngt. Hier stehen rechts und links am Rande jedes Kronblattes zierliche Haarbärtchen (A und B), welche in der geöffneten Blüthe die Funktion einer den Nectar schützenden Saftdecke übernehmen.

Diese unscheinbaren Härchen der Saftdecke beim Wald-Storchschnabel sind es, welche vor 95 Jahren (Anno 1787) den ersten Anlaß gaben zu den staunenswerthen Untersuchungen Conrad Sprengels über das „Geheimniß der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen." Ein Paar Dutzend fast mikroskopisch feiner Härchen sind es gewesen, welche im denkenden Kopfe eines sonderbaren „Waldgängers" den Funken entzündeten, der zur lebenswarmen Feuerflamme heranwuchs, um das starre Erz isolirter, todt gebliebener Beobachtungen in eine glühende, lebendige Masse umzuschmelzen und sie fähig zu machen, zum herrlichen Götterbau einer neuen Philosophie zu werden.

Ja wohl! Adalbert Stifter hat Recht:

„Eine heitere Blumenkette hängt durch die Unendlichkeit des Alls und sendet,
„ihren Schimmer in die Herzen — die Kette der Ursachen und Wirkungen —
„und in das Haupt des Menschen ward die schönste dieser Blumen geworfen,
„die Vernunft, das Auge der Seele, die Kette daran anzuknüpfen, und an ihr
„Blume um Blume, Glied um Glied hinab zu zählen bis zuletzt zu jener Hand,
„in der das Ende ruht. Und haben wir dereinstens recht gezählt und können
„wir die Zählung überschauen, dann wird für uns kein Zufall mehr er-
„scheinen, sondern Folgen. — — —

Der Schöpfer unserer neuern Blumentheorie hat das Alles miterfahren müssen, daß es keine Erscheinung ohne Ursache gibt. Die Geraniumblüthe im Wald hatte ihn verführt, eine neue Idee auszubrüten. Es war jedoch noch ein halbes Jahrhundert zu früh, um diese Idee mit Erfolg auf das Forum des Intellektes zu bringen. — Doch hievon in einem folgenden Abschnitt. —

Was uns beim Waldstorchschnabel am auffallendsten erscheint, ist die Thatsache, daß auf verschiedenen Stöcken dieser Geranium-Art ganz verschiedenartige Blüthen vorkommen. Es gibt nämlich:

a) Stöcke mit großen Blüthen, deren einzelne Kronblätter eine Länge von 14—17 Millimetern und eine größte Breite von 9—11 Millimetern erreichen, (Fig. 70 A); diese großblumigen Stöcke sind proterandrisch, d. h. ihre Blüthen sind im ersten Stadium der Anthese männlich, im zweiten Stadium dagegen weiblich.

b) Stöcke mit kleinen Blüthen, deren einzelne Kronblätter nur 8—10 Millimeter Länge bei 5—7 Millimeter Breite erreichen (Fig. 70 B.). Diese Blüthen sind mit verkümmerten, nicht-funktionsfähigen Antheren (a in Fig. 70 C), dagegen mit wohl ausgebildeten, empfängnißfähigen Narben (st bei C Fig. 70) ausgestattet, also weiblich.

Diese beiderlei Blüthen sind die Hauptvorkommnisse und werden im Folgenden die Gegenstände näherer Erörterung sein, während andererseits gelegentlich auch sogenannte

homogame Blüthen gebildet werden, bei denen beiderlei Geschlechtsorgane gleichzeitig funktionsfähig sind und auch spontane Selbstbestäubung möglich erscheint. Da indeß die homogamen Blüthen beim Waldstorchschnabel zu den Seltenheiten gehören, so können wir sie, als Ausnahmefälle, die das Gesammtresultat des Geschlechtslebens dieser Pflanzenart kaum modificirt, hier außer Acht lassen.

Wir haben schon bei Besprechung der Wiesen-Salbei (pag. 193) gesehen, daß auch dort neben den großblumigen Stöcken mit den bekannten proterandrischen Blüthen noch Salvia-Exemplare derselben Art vorkommen, welche kleinere Blüthen und verkümmerte Staubblätter, dagegen wohlentwickelte weibliche Organe besitzen und daher weiblich zu nennen sind. Dasselbe Verhältniß zeigt sich auch beim Gundermann („Gundelrebe" — Nepeta Glechoma Benth. oder Glechoma hederacea Linné), ferner beim Feld-Thymian (Thymus Serpyllum Linné), beim gemeinen Dosten (Origanum vulgare) und bei verschiedenen Minzen (Mentha-Arten). Da in all diesen Fällen neben normalen Zwitterblüthen auch noch andere Stöcke mit Blüthen weiblichen Charakters vorkommen, so nennt man diese eigenthümlichen Pflanzenarten gynodiöcische (weiblich-zweihäusige) und dieses interessante Verhältniß in der Geschlechtssphäre: Gynodiöcismus.

Die Befruchtungsvorgänge beim Waldstorchschnabel sind im Wesentlichen folgender Art: Aus der Mitte der 5 großen purpurrothen, in einen weithin schimmernden Stern angeordneten Blumenblätter erheben sich die 10, an ihrer Basis verbreiterten, nach Oben zugespitzten Filamente mit den Antheren a Fig. 70. Zwischen den im allerersten Stadium der Anthese steif aufgerichteten Staubblättern steht — ganz im Centrum der Blüthe — der Fruchtknoten, dessen Narben sich erst spät vollständig entwickeln und im ersten Stadium der Anthese bei der von der Seite betrachteten Blüthe (Fig. 70. D) kaum zu erkennen sind. An der Außenseite des Staubfadengrundes der 5 äußeren Staubblätter finden sich die wulstförmigen Honigdrüsen (n n Fig. 70 D und E). Der Nectar wird also unmittelbar innerhalb und zwischen den 5 Kronblättern ausgeschieden. Durch die Haarbärtchen an der Basis der Kronblätter wird der ausgeschiedene Honigsaft gegen allfällige Regentropfen und unberufene kleinere Insekten geschützt und so für die größeren, Bestäubung vermittelnden Insekten reservirt.

Letztere werden zunächst durch die brillante Blumenfarbe angelockt. Wenn sie auf die Blüthe angeflogen sind, so finden sie leicht — durch die gegen die Blumenblattbasis convergirenden dunkler gefärbten Linien der Kronblätter geleitet — die honigabsondernden Stellen.

Bei den Blüthen der großblumigen Stöcke biegen sich zuerst die 5 mit den Blumenblättern abwechselnden Staubfäden in die Blüthenmitte und springen, aufrechtstehend und den noch unentwickelten Fruchtknoten umgebend und überragend, auf, wobei sie zugleich ihre pollenbedeckte Außenseite etwas aufwärts drehen, so daß nun kein Insekt auf die Blüthenmitte anfliegen kann oder letztere zu streifen vermag, ohne Pollen von diesen erstgeöffneten Staubbeuteln mitzunehmen.

„Die bis dahin noch nach Außen gebogenen 5 inneren, unmittelbar vor den Blumenblättern stehenden Staubfäden richten sich nun ebenfalls auf; nur ihre oberen Enden bleiben schwach nach Außen gebogen; ihre Staubbeutel springen nach Außen auf und bilden nun mit ihren pollenbedeckten Außenflächen einen Ring um die Blüthenachse herum, der sich an die von den 5 inneren Staubgefäßen gebildete pollenbedeckte Fläche

nach Unten und Außen anschließt und nach der Blüthenmitte vordringende Insekten um so leichter mit Pollen behaftet (Fig. 70 D).

Nach ihrer Entleerung biegen sich die Staubblätter etwas auseinander. Mitten zwischen ihnen tritt der Fruchtknoten hervor. Die 5 bis dahin zu einem Cylinder zusammenschließenden Griffel-Aeste thun sich auseinander und krümmen sich zurück, ihre mit Papillen bedeckte Innenfläche nach Oben und an den Enden nach Außen kehrend, so daß nun kein Insekt in der Blüthenmitte auffliegen oder an derselben vorbeistreifen kann, ohne Narbenpapillen zu berühren und Pollen, mit dem die berührende Stelle behaftet ist, an dieselben abzusetzen." (Vergl. Fig. 70 E.)

In den Blüthen der kleinblumigen Stöcke sind nicht nur die Kronblätter (Fig. 70 B.) kleiner, als bei jenen ersteren, sondern auch die Staubblätter mangelhaft entwickelt und zwar derart, daß die verkümmerten Antheren (a Fig. 70 C.) gar keinen reifen Pollen mehr zu bilden vermögen, während dagegen der weibliche Geschlechtsapparat normal entwickelt, bestäubungsfähig ist und auch fähig, kräftige Samen zu bilden. Es versteht sich von selbst, daß bei den kleinen Blüthen eine Fremdbestäubung unter allen Umständen stattfinden muß, wenn keimfähige Samen gebildet werden sollen. Der Pollen, welcher hiefür in Anspruch genommen wird, stammt von großblumigen Stöcken, die ja in der Regel zu allererst von den Insekten besucht werden, ehe letztere zu den kleinblüthigen Stöcken übergehen. Es findet also beim Waldstorchschnabel wie bei den andern oben genannten gynodiöcischen Pflanzen nicht nur eine Kreuzung zwischen den großblumigen proterandrischen Stöcken, sondern auch Jahr um Jahr eine Kreuzung zwischen großblumigen proterandrischen und kleinblumigen weiblichen Formen statt.

Hermann Müller hat auf Geranium silvaticum eine Unmasse von Insekten aller Art entdeckt und zwar 8 Arten von Coleopteren, 21 Arten Dipteren (Fliegenartige), 24 Arten Hymenopteren (Hautflügler), darunter verschiedene Bienen- und Hummelarten, und endlich nicht weniger als 21 Arten Lepidopteren (Schmetterlinge).

Man sieht: Diese Blumen werden von ihren Wohlthätern nicht vernächlässiget.

22. Das Fettkraut. — Pinguicula.

Wir haben in dem Kapitel über fleischfressende Pflanzen auf pag. 95—101 das Fettkraut in einer Richtung als Insektenfreundin kennen gelernt, die von derjenigen der meisten Blüthenpflanzen schroff absteht: das Fettkraut ist, wie dort gezeigt wurde, eine heimtückische Insektenfängerin, die ihre herbeigelockten Opfer in der Regel unrettbar gefangen nimmt, sie langsam zu Tode martert, um aus den Leichen Nahrungsmittel zu gewinnen, welche von den blaßgrünen oder grünlich-gelben, grundständigen Blättern des vegetativen Pflanzenkörpers (Fig. 71 A und B) ganz regelrecht verdaut werden. Diese mörderische Gewohnheit fällt in die Sphäre des rein-vegetativen Lebens, die Pflanze gedeiht dabei recht vortrefflich vom ersten Erwachen ihres Frühlingslebens bis in die kühlen Tage des rauheren Herbstes hinein. Mitten in diese Zeit fällt auch die Entwicklung ihrer Geschlechtsorgane, die Bildung der Blüthen, die Befruchtung und die Ausreifung keimfähiger Samen.

Nun ist es ein wunderliches Zusammentreffen, daß bei dieser Pflanzengattung wenigstens Eine Art, und zwar die in unsern Alpen und Voralpen häufige Form mit weißen Blüthen, auch in der Sphäre des Geschlechtslebens, zur Zeit, da die Bestäubung

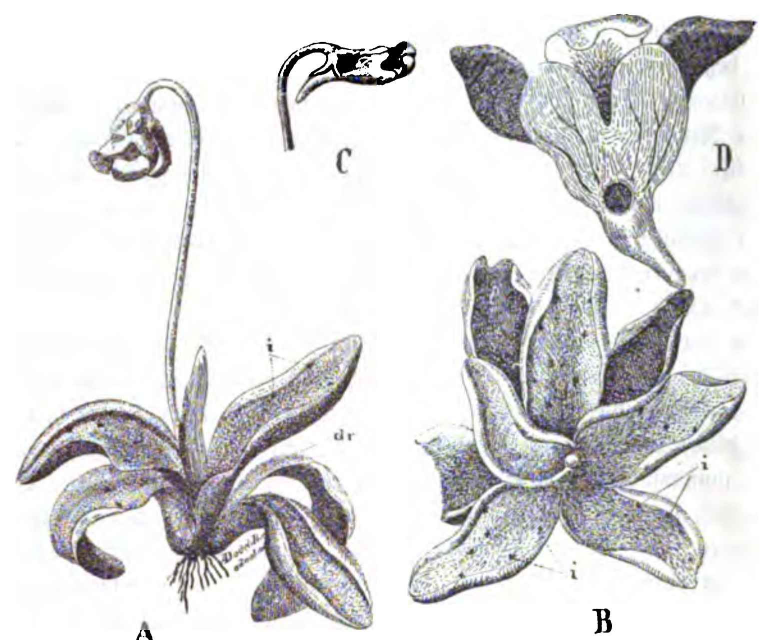


Fig. 71. Das gemeine Fettkraut — Pinguicula vulgaris.
A. Blühende Pflanze, von der Seite gesehen. i, i — kleine Insekten-Leichen auf den in eine Rosette gestellten vegetativen Blättern. dr — langstielige Drüsen, von bloßem Auge nur als kleine Börstchen wahrnehmbar.
B. Ein anderes Exemplar, von Oben gesehen. i i — gefangene kleine Insekten.
C. Blüthe, von der Seite gesehen.
D. Abgefallene Blumenkrone, von Oben gesehen, etwas vergrößert. (Alle Figuren nach der Natur gezeichnet.)

der Blüthen vor sich gehen soll, so manchem blumen-liebenden Insekt, das harmlos nach Honig sucht, sehr arg mitspielt und zwar derart, daß häufig nicht allein die von den feuchten Blättern festgehaltenen Insekten, sondern auch kleine Kerbthiere, welche die verlockende Blume nach Honig absuchen, heimtückisch festgehalten und sogar zu Tode gemartert werden.

Das Alpen-Fettkraut, Pinguicula alpina, von dem hier die Rede ist, gleicht im vegetativen Zustande durchaus dem in Fig. 71 dargestellten gemeinen Fettkraut (P. vulgaris). Die Form und Farbe der grundständigen Blattrosette, die Größe und Zahl der vegetativen Blätter, die Ausstattung und Function der schleimigen Drüsen, die Gewohnheit des Insektenfanges von Seite der vegetativen Blätter: Alles das ist hier wie dort, bei beiden Fettkrautarten, zum Verwechseln ähnlich. Erst zur Zeit der Blüthe gibt sich ein specifischer Unterschied zu erkennen. Das gemeine Fettkraut (Fig. 71) blüht veilchenblau und scheint eine harmlose Bienenblume zu bilden, indeß das Alpen-Fettkraut (Fig. 72) weiß blüht und seine Blume zu einer boshaften Klemmfalle für honigsuchende Insekten umbildete.

Meistens bildet jedes Exemplar vom Alpen-Fettkraut (P. alpina) nur eine einzige Blüthe; indessen kommen bei gut genährten, auf günstigen Standorten vorkommenden Exemplaren nicht selten auch 2, 3, ja sogar 4 bis 5 Blüthen zur Ausbildung; allein auch in diesen Fällen blüht meistens jede Blume isolirt, zeitlich getrennt von den andern desselben Stockes, so daß, wenn Fremdbestäubung stattfindet, dieselbe auch gleichzeitig einer Kreuzung zwischen verschiedenen Stöcken gleichkommt.

Der schlanke, blattlose Blüthenstiel erhebt sich aus der Mitte der grundständigen, insektenfressenden Blattrosette, wie dies beim gemeinen Fettkraut (Fig. 71 A) dargestellt wurde. Am obern Ende ist der Blüthenstiel umgebogen und zwar derart, daß der fünftheilige, unscheinbare Kelch sich nach der Seite oder gar abwärts (gegen die Erde gerichtet) öffnet. Die 5 Kronblätter sind mit einander verwachsen zu einer 2-lippigen Krone (Fig. 72 A), die nach Rückwärts, gegen den gebogenen Theil des Blüthenstieles hin, sich in einen mehr oder weniger langen hohlen Sporn verlängert.

Die Oberlippe ist kurz breit und durch einen Einschnitt in zwei Lappen getheilt (Fig. 72 D), indeß die Unterlippe bedeutend länger und durch 2 Einschnitte in 3 Lappen getheilt erscheint, von denen der mittlere an Länge und Breite die beiden seitlichen überragt (Fig. 72 E).

Hinten in der Tiefe der Krone findet sich über dem Eingang zum stumpfen, hohlen, kegelförmigen Sporn der Geschlechts-Apparat, dessen relative Lage zu den Krontheilen am besten aus Figur 72 B ersichtlich ist, während die einzelnen Theile desselben stärker vergrößert bei C Figur 72 im Aufrisse dargestellt sind. Den Mittelpunkt des Geschlechtsapparates nimmt der fast kugelige oder eiförmige Fruchtknoten (ov in C Fig. 72) ein, der nach Oben oder Außen von einem kurzen Griffel mit gabeliger Narbe (st in Fig. 72 C) überkrönt ist.

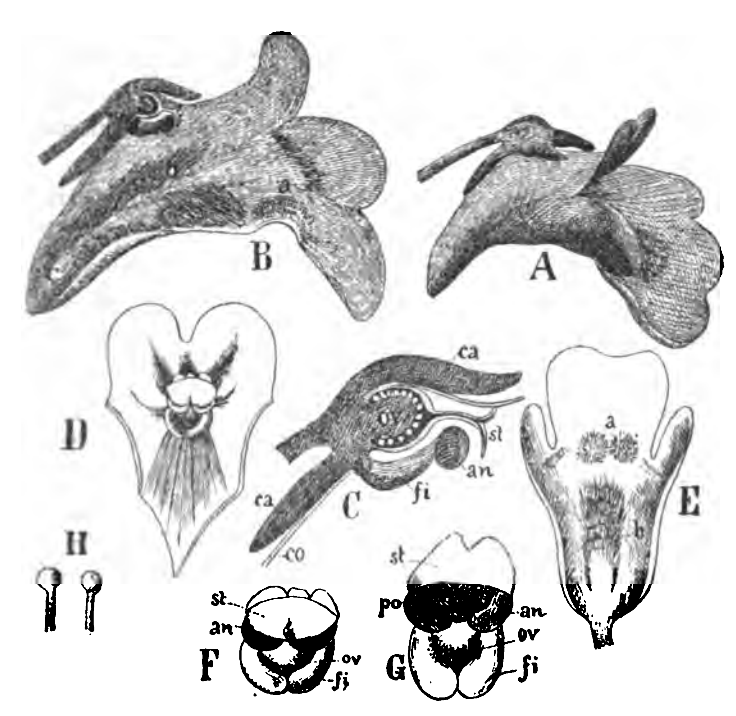


Fig. 72. Das Alpen-Fettkraut — Pinguicula alpina L.
A. Ganze Blüthe, vergrößert und von der Seite gesehen.
B. Die durch einen senkrechten Längsschnitt halbirte Blüthe.
C. Die Sexualorgane derselben, stärker vergrößert.
D. Obere Hälfte einer noch jungen Blüthe; die Staubbeutel sind noch geschlossen.
E. Untere Hälfte der Blüthe.
F. Sexualorgane der jungen Blüthe, mit geschlossenen Antheren a, von Vorn gesehen.
G. Sexualorgane einer etwas älteren Blüthe, bei welcher die Antheren ihren Pollen hervortreten ließen, nachdem der untere Narbenlappen st von hinten her in die Höhe geklappt wurde, so daß nun seine Unterfläche zur Ansicht gelangt (von Vorn gesehen).
H. Zwei Köpfchenhaare von der innern Wand des Honigspornes.
(Nach H. Müller.)

Unter dem Fruchtknoten, rechts und links über dem Eingang zum Honigsporn, finden sich zwei Staubblätter, bestehend aus einem relativ dicken und kurzen Filament (fi) und einer pollenbildenden Anthere (an), welch letztere von beiden Staubblättern derart einander genähert sind, daß sie zusammen und neben einander unter dem einen und zwar dem abwärts gerichteten Narbenlappen st Platz haben.

Ohne fremde Eingriffe könnte niemals Blüthenstaub von den Antheren (an bei C) auf die nach Vorn und Außen gerichtete Narbenfläche st gelangen. Das Fettkraut ist also ganz evident auf die Beihülfe von Insekten angewiesen.

Nun locken die weißen, im Blütheneingange mit zwei gelben und gelbbehaarten Aussackungen (a in B Fig. 72) versehenen Blüthen des Alpenfettkrautes aus bedeutender Ferne hauptsächlich mittelgroße Fliegen an, die ganz in die Blüthe — von der Unterlippe aus — hineinkriechen, bis sie mit dem Kopf in den hohlen Sporn (c bei B) gelangen.

Der Sporn bietet ihnen (nach H. Müller) keinen Honig dar; seine Innenwand ist aber auf der Unterfläche mit kleinen einzelligen Köpfchenhaaren (Fig. 72 H) besetzt, welche einen von zarter Membran eingeschlossenen Saft enthalten, der von den Insekten genascht wird. Der hohle Sporn fungirt also auch hier als Genußmittel darbietendes Organ auf die neugierigen, honiglüsternen Insekten.

Beim Hineinkriechen in die Blüthe dienen den Insekten sowohl die gelben Haare der beiden Aussackungen im Blüthen-Eingange (a bei B und E, Fig. 72), als auch die farblosen, starren, schräg nach Hinten gerichteten Haare hinter der Aussackung (b in B und E) als bequeme Haltepunkte. „Sobald aber die Fliege mit dem Kopfe in den Sporn gelangt ist, sitzt sie ziemlich fest, so daß sie z. B. nicht entwischt, wenn man die Blume abpflückt und aus nächster Nähe betrachtet. Die schräg nach Hinten gerichteten steifen Haare hindern sie am raschen Rückzug. Sie kann nur langsam zurück, indem sie sich mit dem sonst gegen die Sperrhaare rennenden Leibe möglichst nach Oben drängt, wobei sie mit dem Rücken die Antheren streift und den dieselben deckenden Lappen der Narbe (st bei B und C) nach Vorn und Oben klappt."

Da nun die Narbe sich erheblich früher zur Reife entwickelt, als die Staubgefäße, so bewirkt die Fliege, wenn sie sich einmal mit Pollen älterer Blüthen behaftet hat, Kreuzung und zwar, da die Stöcke meist einblüthig sind, oder wenn mehrblüthig, doch auf einmal nur eine einzige Blüthe zur vollen Entfaltung bringen, in der Regel Kreuzung getrennter Stöcke, so oft sie in eine Blüthe eindringt; denn an dem nach Abwärts gerichteten Narbenlappen bleibt dann beim Eindringen des Insektes ein Theil des mitgebrachten Pollens haften. Gewisse Fliegen, die groß genug sind, um sich fest zu klemmen, aber doch zu schwach oder zu ungeschickt, um sich trotz der Sperrhaare zurückzuziehen, bleiben stecken und verhungern, wie dies von H. Müller bei einer Anthomyia-Art (Fliegen-Species) beobachtet wurde. Dergleichen unglückseligen Pechvögel sind also im Stande, beim Eindringen in die Blume nach stattgehabtem glücklichem Entwischen aus vorher besuchten Blüthen hier Fremdbestäubung zu vermitteln, der Blume also die größte Wohlthat zu erweisen, um hiefür — in der Klemmfalle festgehalten — mit dem Hungertode belohnt zu werden.

Ja, das Leben ist ein Verbrechen, worauf die Todesstrafe gesetzt ist. Schopenhauer hat's gesagt und die Hunderttausende von lustig schwirrenden und summenden Insekten, welche dem vegetativen und dem Geschlechtsleben der Pinguicula jämmerlich zum Opfer fallen, sind sprechende Beweise für die Wahrheit der pessimistischen Sentenz. —

Ich habe am Anfang dieses Kapitels über die Liebe der Blumen den aufmerksamen Leser eingeladen, den etwas mühsamen, aber sehr lohnenden Excurs auf das Feld der sorgfältigsten Detailforschungen zu wagen und an einigen frappanten Beispielen kennen zu lernen, mit welchen Mitteln die stille Blumenwelt ihre Mission im Wettbewerb der vielen tausend unter einander concurrirenden Pflanzen-Arten erfüllt. Wir haben unter vorstehenden 22 kleinern Abschnitten nur ein paar Dutzend der nächstliegenden und lehrreichsten Insektenblumen Revue passiren lassen. Man könnte heute schon diese Beispiele von wenigen Dutzenden auf einige Tausende vermehren. Und da die lebende

Pflanzenwelt über 100,000 verschiedene Arten von blühenden Gewächsen zählt, jede Blume aber ihre specifischen Eigenthümlichkeiten besitzt, jede Blüthe ihren Liebes-Roman mehr oder weniger in ganz eigenthümlicher Art durchführt, so können wir wohl sagen, daß die Blumen unseres Planeten Stoff liefern zu über hunderttausend einzelnen Romanen, in deren jedem die einzelne Blüthe als Heldin des Gedichtes erscheint, die honig- und pollensuchenden Insekten aber als Freier, Bewerber, Intriganten und Helden zweiten Ranges paradiren. Wie viel Arbeit liegt hier für den Eifer selbstständiger Forscher noch zu bewältigen! Und wie groß wird erst einmal diese Blumenroman-Bibliothek sein, wenn dereinst die Liebesgeheimnisse aller Kinder Floras ermittelt sein werden!

Arbeit, ernste Forscherarbeit für viele Generationen!

Und dereinst eine Romanliteratur, wie sie diese Erde noch nie gesehen hat!

Und die Geistesblüthe aus all' diesen Riesenarbeiten? Was wird sie sein? — —

Einige weitere, unumstößliche, tausendfach erhärtete Wahrheiten von allgemeiner Anwendbarkeit, Bausteine von edelstem Schnitt, Eckſteine im gewaltigen Bau einer erhabenen, weitausblickenden Weltanschauung, die unseren Nachkommen mehr als genügender Ersatz für ein unrettbar Gesunkenes, ein Ewigverlorenes sein wird, Ersatz für tausendjährige Glaubenssätze, die unsere Vorfahren in Märchenträume gewiegt, heute aber, in unseren Tagen — morsch geworden — in einen traurigen Trümmerhaufen zusammensinken. Ja, diejenigen, welche nach uns kommen, werden glücklicher sein, denn wir!

VII.

Die Liebe der Blumen.

(Fortsetzung.)

Dich verwirret, Geliebte, die tausendfältige Mischung
Dieses Blumengewühls über dem Garten umher;
Viele Namen hörest Du an, und immer verdränget
Mit barbarischem Klang einer den andern im Ohr.
Alle Gestalten sind ähnlich und keine gleichet der andern;
Und so deutet das Chor auf ein geheimes Gesetz,
Auf ein heiliges Räthsel. — — — — — — — —
Um die Achse gedrängt, entscheidet der bergende Kelch sich,
Der zur höchsten Gestalt farbige Kronen entläßt.
Also pranget die Natur in hoher voller Erscheinung,
Und sie zeiget, gereiht, Glieder an Glieder gestuft.

Göthe.

Um zu den Elementen des Verständnisses unserer Blumen-Geheimnisse gelangen zu können, bedürfen wir einer allgemeinen Uebersicht der wichtigsten Theile, aus denen sich in der Regel eine vollkommene Blüthe aufbaut. Hiebei haben wir gleich der Functionen zu gedenken, welche den verschiedenen Theilen zukommen. Doch haben wir selbstverständlich in erster Linie die häufigst vorkommenden Verhältnisse zu berücksichtigen und erst in zweiter Linie die Abweichungen oder „Ausnahmen von der Regel" zur Besprechung zu ziehen.

Jede „vollkommene" Blüthe besteht aus zwei Hauptbestandtheilen; diese sind

1. Die Blüthenhülle, auch Perianthium oder Perigon genannt.
2. Der Geschlechtsapparat, bestehend aus den (männlichen) Staubblättern und dem (weiblichen) Fruchtknoten.

Diese zweierlei Haupttheile der Blüthe bestehen aus verschieden gestalteten Blättern, die dem Uneingeweihten zum Theil ihre Blattnatur nicht mehr zu erkennen geben, sondern als von Blättern durchaus verschiedene, fremdartige Gebilde erscheinen, wie dies z. B. bei den sogenannten Staubfäden und Staubbeuteln der Fall ist. Alle diese Organe, zur Blüthenhülle und zum Geschlechtsapparat gehörend, stehen meistens dicht beisammen und dicht übereinander am obern Ende des Blüthenstieles, der hier in der Regel stark verdickt und verbreitert ist und daher, soweit er den verdickten Theil bildet, Blüthen-Boden genannt wird. Nur selten ist der Blüthenboden verlängert, so daß die verschiedenen Blattformationen, welche die Blüthe zusammensetzen, in größeren Abständen auseinander treten, wie dies bei der Passionsblume (Fig. 54 und 55 pag. 226/227) der Fall ist, wo die Geschlechtsorgane hoch über der Blüthenhülle an der säulenartigen Axe (ax)

entspringen. In den meisten Blüthen unserer höheren Pflanzen ist der Blüthenboden so kurz, daß scheinbar alle Blumenblätter und alle Geschlechtsorgane in gleicher Höhe oder doch nur in sehr geringen Abständen von einander entfernt, am Blüthenboden eingefügt erscheinen. Nichtsdestoweniger zeigt sich bei genauerer Prüfung, daß dennoch Niveau-Differenzen vorherrschen und zwar derart, daß die Blüthenhülle etwas tiefer steht, als der Geschlechtsapparat.

Die Blüthenhülle ist das Kleid, der Hüllmantel, die Toga oder der Chiton der Blume und ihr zumeist ist es zu danken, daß die Kinder Floras seit den ältesten Tagen in allen Variationen besungen und gepriesen wurden. „Schauet die Lilien auf dem Felde, sie arbeiten nicht und spinnen nicht und doch war Salomon in all seiner Herrlichkeit nicht so schön gekleidet, wie ihrer eine."

„Immer staunst du aufs Neue, sobald sich am Stengel die Blume
Ueber dem schlanken Gerüst wechselnder Blätter bewegt.
Aber die Herrlichkeit wird des neuen Schaffens Verkündung;
Ja, das farbige Blatt fühlet die göttliche Hand;
Und zusammen zieht es sich schnell; die zartesten Formen,
Zwiefach streben sie vor, sich zu vereinen bestimmt.
Traulich stehen sie nun, die holden Paare, beisammen,
Zahlreich ordnen sie sich um den geweihten Altar.
Hymen schwebet herbei, und herrliche Düfte, gewaltig,
Strömen süßen Geruch, Alles belebend, umher." (Göthe.)

Bei unsern schönsten Monocotyledonen, bei den Lilien, Narcissen, Hyacinthen, Agaven, Tulpen und Schwertlilien sind die Blätter des Perianthiums, in der Zahl 6 vorhanden, meist gleichartig gefärbt und ähnlich entwickelt, wenngleich es nicht schwer zu erkennen ist, daß diese 6 Blätter in zwei dreiblätterige Kreise, einen äußeren Perigonblattkreis und einen mit diesem abwechselnden innern Kreis angeordnet sind. Nur bei wenigen Monocotyledonen mit 6-blätteriger Blüthenhülle ist der äußere Perigonblattkreis grün und derber als der innere. In diesem Falle sagen wir, er sei kelchartig entwickelt, während der innere Kreis, buntfarbig oder ganz blendend weiß und zärter, als kronartig bezeichnet wird, so bei der Tradescantia und einigen Verwandten.

Bei den Laubpflanzen (Dicotylebonen) ist dagegen die Blüthenhülle meistens in zwei ganz verschiedene Blattkreise gegliedert, von denen der äußere grün, derb und wenig auffallend entwickelt ist und schlechtweg Kelch genannt wird. Der innere Blattkreis der Blüthenhülle ist dagegen bei den meisten Dicotylebonen sehr zart, nicht grün, sondern entweder blendend weiß oder aber durch bunte Farben vor allen andern Blättern der Pflanze ausgezeichnet: man nennt diesen innern Kreis der Blüthenhülle, gleichsam um anzudeuten, daß er das Schönste an der ganzen Pflanze, die Krone. Da die große Mehrzahl der Blüthenpflanzen die letztgenannte Gliederung im Perianthium erkennen läßt, so präcisirt sich nun unsere Aufgabe dahin, im Folgenden der Reihe nach zu besprechen:

1) Den Kelch, Calix — bestehend aus mehreren Kelchblättern, die man Sepala nennt.
2) Die Krone, Corolla — bestehend aus den Kronblättern, Petala.
3) Den männlichen Geschlechtsapparat — bestehend aus Staubblättern, welche zusammen das sogenannte Androeceum bilden.

4) Den weiblichen Geschlechtsapparat — bestehend aus sogenannten Fruchtblättern oder Carpellen, an denen die Samenknospen sitzen und die entweder in einen einzigen oder in mehrere Fruchtknoten (Ovarien) zusammen gewachsen sind, und in ihrer Gesammtheit Gynaeceum genannt wurden.

1) Der Kelch — Calix

besteht aus den tiefststehenden und äussersten Blättern der ganzen Blüthe und ist, wie schon oben bemerkt, in der Regel grün gefärbt, häufig von lederiger Beschaffenheit, also von derber Consistenz, in sehr vielen Fällen behaart. Seine Blätter umhüllen im Knospenzustand der Blüthe sämmtliche inneren Theile der letztern derart, daß die Krone sowohl als die Geschlechts-Apparate in der Knospe vollständig versteckt sind und durch den Kelch möglichst gut gegen äußere schädliche Einflüsse geschützt werden, vergl. die Blüthenknospen bei Calceolaria Fig. 42 I. und bei Passiflora Fig. 54 K. Der Kelch dient also zunächst als Schutzorgan während der Entwicklung der inneren, zarteren Blüthentheile.

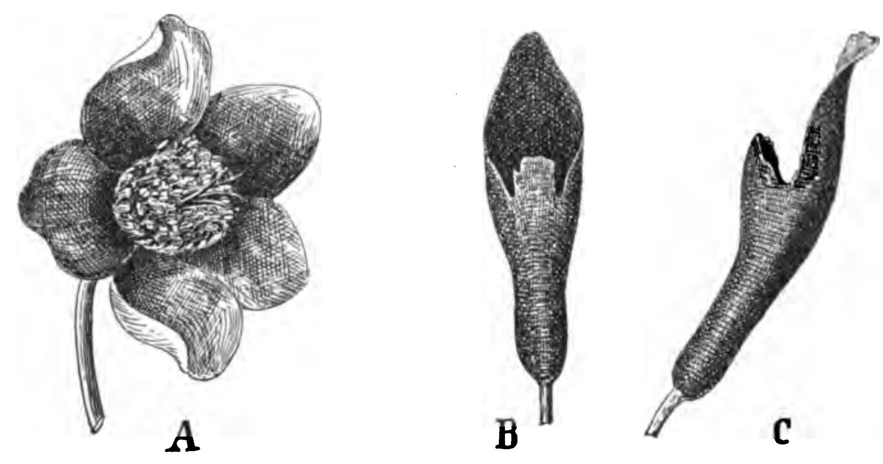


Fig. 73. Helleborus niger, schwarze Nießwurz, Christblume.

A. Vollständige Blüthe, außen 5 Hüllblätter, die den Kelch darstellen, obschon sie kronartig, weißgefärbt sind. Im Centrum der Blüthe finden sich einige Fruchtknoten, deren obere Enden in dünne Griffel ausgezogen sind. Um jene herum gruppiren sich die zahlreichen Staubblätter, die von einem, an den Kelch grenzenden Kranz von eigenthümlich geformten Honigbehältern, den krugartig entwickelten Kronblättern, umgeben sind.

B. Ein einzelnes, in ein krugartiges Nectarium verwandeltes Kronblatt, vergrößert, vom Centrum der Blüthe aus betrachtet.

C. Ein ebensolches von der Seite gesehen. (Nach der Natur gezeichnet.)

Aber in manchen Fällen übernimmt der Kelch auch die Rolle als Lockmittel für Insekten, indem er nachträglich eine nichtgrüne, weithinschimmernde Farbe, das Aussehen von bunten Kronblättern annimmt. Das glänzendste Beispiel dieser Art ist die prächtige und sehr häufige Sumpf-Dotterblume (Caltha palustris). Wer hätte sich nicht schon an dieser herrlichen Blume gefreut, wenn die Frühlingslüfte lau über die Fluren strichen und die Bächlein murmelnd am primel-übersäeten Wiesenabhang herunterstiegen,

an veilchenduftenden Hecken vorbei, vorbei an den dunkelgrün glänzenden Blattbüschen der üppigen Caltha, die jetzt ihre Dutzend Knospen entwickelte, kugelrunde Knospen, die erst dunkelgrün erglänzten, dann heranwachsend, gelb wurden, nur noch einige grüne Striche zeigend, endlich — ihre Herrlichkeit ans Sonnenlicht ausbreitend, die goldglänzenden Kelche öffnete, um weit hinauszuschimmern über die noch fahlen Wiesengehänge, schimmernd wie blitzende Goldsterne aus freudig grünem Blattwerk heraus! — Nicht wir Menschen allein sind es, die an diesem Herold des Frühlings unsere Freude haben: Eine schön gefärbte Schwebfliege, Eristalis intricarius, rühmlich bekannt wegen ihres ästhetischen Sinnes für glänzende Farben, findet sich ein, von ferne herbeigelockt durch die Goldfläche der Blume, und schwebt „ähnlich wie die Eristalis-Männchen bei ihrem Liebesspiele über ihren Weibchen schweben", längere Zeit über einer der goldglänzenden Blumen, schießt dann plötzlich auf dieselbe herab, trinkt Nectar und genießt Blüthenstaub, huscht wieder hinweg, stoßweise von Blume zu Blume schwebend, sich erst an der Farbenpracht derselben ergötzend, dann niederstürzend zum Nectarquell — Fremdbestäubung vermittelnd. Ja, diese Blume hat es verstanden, selbst ohne Beihülfe von Kronblättern, sich in einen Zauber zu werfen, der Sinnen berückt — alles durch das einfache Mittel der Farbe und des Glanzes, welche sie ihren — im Knospenzustand grasgrünen — nachträglich aber goldgelb schimmernden Kelchblättern verlieh.

Ein anderes Beispiel, wo Kelchblätter sich in den Farben-Zauber der Kronblätter werfen, um das Lockmittel zu steigern, hat der aufmerksame Leser schon oben, in der Blüthe des Sauerbornes (Berberis) kennen gelernt (Fig. 69) wo zwei Kelchblattkreise vorhanden sind, von denen der innere (k k k) durch seine Gestalt und Farbe an der Gesammtwirkung der gelben Krone theilnimmt.

Bei der Christblume (Helleborus niger) Fig. 73 und beim Winterling (Eranthis hiemalis) sind es wiederum die Kelchblätter allein, welche durch kronartige Entwicklung die Insekten von fernher anlocken. Und bei der zierlichen Akelei (Aquilegia), wo die Kronblätter in langbespornte Nectarbehälter verwandelt sind, ebenso beim Rittersporn (Delphinium) und beim Eisenhut (Aconitum) sind die Kelchblätter wegen ihrer kronartigen Färbung bei oberflächlicher Betrachtung nicht alsogleich als Kelchblätter zu erkennen. Auch hier dient der Kelch gleichzeitig als Schutzorgan für die inneren zarteren Blüthentheile und als Lockmittel gegenüber den Insekten.

Bei der Lindenblüthe dient der Kelch gleichzeitig auch als honigabsonderndes Organ und Honigbehälter. Im Knospenzustand bildet er ein die übrigen Blüthentheile einhüllendes, 5-klappig aufspringendes Gehäuse, das als Schutzorgan dient. Sobald sich aber die Blüthe öffnet, tritt der 5-blätterige Kelch mit der gleichzähligen Krone zusammen als blaßgelbes und angenehm duftendes Lockmittel in Funktion; alsbald bemerkt man auf der Oberseite in der Höhlung der nachenförmig ausgewölbten einzelnen Kelchblätter kleinere Honigtropfen, die hier — größer werdend — liegen bleiben, bis Insekten den Nectar wegsaugen. Es ist bekannt, wie sehr die Linden zur Zeit ihrer Blüthe reichlich von Insekten, namentlich von Bienen besucht werden. Und all die reichliche Ausbeute an duftendem Nectar, welcher durch die Tausende fleißiger Bienen während eines einzigen Tages von einem blühenden Baume in die Waben getragen wird — ist das Produkt der Lindenblüthen-Kelchblätter. Es mag bei diesem Anlaße hier auch gleich erwähnt werden, daß die Lindenblüthe proterandrisch ist und in ausgezeichneter Weise der Fremdbestäubung angepaßt erscheint.

2. Die Krone — Corolla.

Wenn die Hauptfunktion des Kelches diejenige eines Schutzorganes ist, so besteht die Hauptleistung der Krone in der Wirkung einer von der grünen Umgebung scharf abstechenden farbigen Lockfläche. Die Blumenkrone ist in erster Linie „für das Auge berechnet.“ An ihr wird die Schminke aufgetragen, durch welche die coquettirende Blüthe lockend und bestrickend auf die Facetten-Augen der Insekten einwirkt. Und hier hat die Natur das Schönste zu Stande gebracht, was an Zartheit, Eleganz, Farbenschmelz und stiller Herrlichkeit geschaffen wurde. Nicht dem Menschen zum Wohlgefallen ward die harmonische Pracht der einsamen Blume: es war ein eitler Traum, ein märchenhafter Gedanke des sich selbst überhebenden Menschen, als er die naive Idee auf die Spiegelfläche seiner Phantasie heraufzog, jene Idee, derzufolge die Blumen des Feldes sich in ihr Zauberkleid werfen, um den Menschen zu entzücken und ihn zu lehren, das Schöne vom Unschönen, das Bescheidene vom Unbescheidenen zu unterscheiden. Dieser Traum sank vor dem Lichtspiegel der modernen Naturerkenntniß in sein leeres Nichts zusammen, gleichwie der Sang der trillernden Lerche nicht mehr ein Ostergesang nach dem Herzen Geibels ist, sondern ein Wettgesang um die Gunst der Liebe des Lerchenweibchens.

Die farbenprächtige Blume bedarf des Insektes, um bestäubt zu werden, um keimfähige Samen bilden zu können, um ihr ephemeres Dasein durch die Erzeugung von Kindern in eine Ewigkeit ausspinnen zu können. Des Menschen Antlitz wird zur Zeit der Geschlechtsreife mit dem Zauber der Jugend übergossen: das unscheinbare Mädchen wird zur blühenden Jungfrau und ihre Gestalt nimmt die Formen einer Göttin an; der Knabe wird zum kräftigen, hochherzigen, muthigen Jüngling und sein prosaischer Gedankenkreis erweitert sich zu weltverschönernden Idealen — und dadurch wird er jener ersteren, der Gefährtin seiner Jugend, unwiderstehlich, wie sie selbst durch ihre hohe Erscheinung ihn bewältiget.

Die Blume bedarf der andern Blume; sie ist an die bewegungslose Pflanze, als Theil dieser letzteren — unbeweglich an die Erde gefesselt, sie kann sich dem Objekte ihres Glückes und Erfolges nicht selbst nähern.

Da gibt es denn Liebesboten, welche indirekt die Vereinigung beiderlei Theile bewirken. Der Wind ist in vielen Fällen der einzige Vermittler geblieben, aber er hat sich als unsicherer Bote erwiesen. Da sind denn die neugierigen und lüsternen Insekten in die Lücke getreten. Die Blume hat gelernt, süßen Saft auszuscheiden; der letztere ist gefunden worden zum Glück der Blume. Und die Blume fing an, sich in ein farbiges Gewand zu hüllen: die Insekten sind häufiger gekommen, die Liebesboten haben sich regelmäßiger eingestellt und die Bestäubung zwischen Blume und Blume fand um so sicherer statt, je mehr es der Blume gelang, durch ihre Lockmittel Freunde, geflügelte Boten an sich zu ziehen.

Die Kronblätter sind in der Regel von größerer Flächenentwicklung als die derben Kelchblätter, sie sind aber zarter, weniger massig und haben alle jene Eigenthümlichkeiten grüner, assimilirender Blätter eingebüßt. Sie sind zumeist auch von sehr kurzer Dauer; aber während sie da sind, erscheinen sie als die verkörperte Poesie des seelenlosen Pflanzenreiches. Sie wirken durch Contrastfarben, die meist in grellem Gegensatz zur Farbe aller übrigen Pflanzentheile stehen. Sehr viele Blumen des hohen Nordens

sowohl als der höheren Gebirge der mittleren und südlicheren Himmelsstriche besitzen schneeweiße Kronblätter, die aus dem grünen Sammetteppich des dicht geschlossenen Rasens am weitesten hinausleuchten in die frische Bergluft, möglichst weithin schimmernd und lockend für die verhältnißmäßig wenigen Insekten, die mit einem Male all die tausend mit einander wetteifernden Blumen besuchen und bestäuben sollten. Selbst in der Ebene sind manche Blumen mit blendend weißen Kronen versehen und zwar kommen auf 1000 Arten der nördlich gemäßigten Zone 284 Arten, also etwa ein Viertel mit weißen Blüthen. In Lappland dagegen sind von 100 gefärbt blühenden Arten nicht weniger als 76 Species mit weißen Blüthen ausgestattet.

Die nächste Farbe, die in der Blüthenkrone häufig zur Geltung gelangt, ist das Gelb in seinen verschiedenen Abstufungen und zwar ist es unter 1000 verschiedenen Pflanzenarten derselben Landesflora 226 Mal zur Anwendung gekommen. Fast ebenso häufig ist das Roth, dann folgen der Reihe nach Blau und Violett.

Wir werden in einem folgenden Abschnitt sehen, daß die Farben sehr vieler Blumen in Beziehung stehen zum Farbensinn gewisser Insekten, deren Züchtungsprodukte die brillanten Blumen sind.

Eine zweite Mission erfüllen die zarten Kronblätter, indem sie den honigsuchenden Insekten als Unterlage beim Saugen des Nectars dienen, als Haltstelle, Anflugfläche, von wo aus die Insekten gegen den honigführenden Raum im Innern der Blume vordringen können.

In vielen Fällen ist die Blumenkrone scheinbar expreß für diese Funktion umgewandelt worden. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß die ältesten Blumen, die unsere Erdoberfläche zum ersten Mal in einen Ziergarten verwandelten, regelmäßige Blüthen besaßen, bei welchen die Kronblätter ohne Unterschied gleichartig entwickelt waren.

Heute aber, nach den vielen Jahrhundert-Tausenden seit dem Auftreten der ersten farbenglänzenden Blüthen, heute treffen wir eine große Zahl von Pflanzen, bei denen die Blätter des Perianthiums ganz ungleichmäßig entwickelt sind; die Krone erscheint meistens symmetrisch unregelmäßig, so bei den Lippenblüthlern (Labiaten), von denen wir ein glänzendes Beispiel in der Salbei (Fig. 40 p. 191) kennen gelernt haben, ferner bei den Violarieen (Veilchenartigen), zu denen ja unser Stiefmütterchen, das dreifarbige Veilchen, die Garten-Pensée (Viola tricolor, Fig. 45 pag. 208) gehört; dann auch bei den Orchideen, Knabenkräutern (vergl. Fig. 57 und 58), wo das eine Blumenblatt zur sogenannten Honiglippe umgeformt wurde, welche in ausgezeichneter Weise als Anflieg- und Haltestelle für die besuchenden Insekten dient. Es ist auch bei den meisten Schmetterlingsblüthlern (Papilionaceen) die Blumenkrone unregelmäßig und symmetrisch derart ausgebildet worden, daß die Bestäubung vermittelnden Insekten ganz bestimmte Stellen an der Krone vorfinden, welche besonders geeignet sind, darauf abzusitzen und von ihnen aus gegen den Nectar vorzudringen. Der aufmerksame Naturfreund wird unschwer herausfinden, daß ohne die mächtige und ganz eigenartig entwickelte Unterlippe der Salbei und ohne das wunderlich gebaute Labellum bei den Knabenkräutern kaum möglich wäre, daß diejenigen Insekten, welche mit Erfolg heute diese Blumen besuchen, Frembbestäubung vermitteln könnten.

Ja bei eingehender Betrachtung gelangt man endlich gar zu dem Schluß, daß die Unregelmäßigkeiten der symmetrisch-unregelmäßigen (zygomorphen) Blumen-Kronen unserer jetzigen Flora nichts Anderes sind, als Züchtungsprodukte der Natur, welche die Insekten in den Liebesdienst der Pflanzenwelt hineinzog.

Dieser logische Schluß, welcher in dem kurzen Ausdruck: „ohne Insekten gäbe es keine unregelmäßigen gefärbten Blumenkronen“ eine scheinbar barocke Präcisirung findet, wird noch durch die Thatsache unterstützt, daß in unzähligen Fällen die Blumenkrone farbige Zeichnungen, Striche, Punkte, eigenthümliche Figuren, sammetartig glänzende, scharf umschriebene, besonders gefärbte Flecken besitzt, die alle so gruppirt sind, daß sie auf einen gewissen Mittelpunkt hinweisen, indem die Linien, Farbenstriche, Fleckengruppen, Sammetbärtchen u. s. f. nach jenem Punkte convergiren, und dort oder in unmittelbarer Nähe davon zusammenlaufen, wo der Göttertrank — der Nectar — für die Insekten zu finden ist. Die Blumenkrone dient also den honigsuchenden Freunden nicht nur als Anflugstelle, sondern auch als Wegweiser zum Honigsaft. Man nennt jene eigenthümlichen Linien, Flecken, Striche und Figuren aller Art, die wir in so vielen farbigen Blumen oft in zauberhafter und berückender Weise angeordnet finden — Saftmale.

Diese Saftmale sind so untrüglich, daß sie nicht allein den Insekten als Wegweiser zum „Lande, wo Milch und Honig fließt“, sondern auch dem Botaniker als Leitzeichen zur Auffindung des oft sehr verdeckten Nectariums dienen.

Davon mag sich der freundliche Leser und die liebenswürdige Leserin selbst überzeugen! Versuchen Sie einmal, aufmerksam den soeben signalisirten Mittelpunkt im Saftmal des Acker- und Garten-Veilchens, in der gefleckten Taubnessel (Lamium maculatum), in der Passionsblume, in der Quittenblüthe, im Vergißmeinnicht, in der blauen Schwertlilie, im Geranium oder in der Pelargonium-Blüthe 2c. zu finden und Sie werden sehen, daß all' jene Figuren und Striche verrätherische Zeichen, eben ächte Saftmale sind.

Dr. W. J. Behrens hat in seinem kürzlich erschienenen vorzüglichen „Lehrbuch der allgemeinen Botanik“, das wir bei diesem Anlaße allen Pflanzenfreunden, Anfängern sowohl als Vollendeten, auf's Wärmste empfehlen, dem Saftmal einen besondern Abschnitt gewidmet und ihn durch einige allerliebste Figürchen (Blüthen vom Stiefmütterchen, von der Karthäusernelke, vom Sumpfziest und der Feldnelke) illustrirt. Der genannte Autor, dem wir auch die beste wissenschaftliche Arbeit über die Nectarien verdanken, weist mit Nachdruck darauf hin, daß die Saftmäler der Blüthe nicht allein den Insekten, sondern auch den damit ausgestatteten Pflanzen nützen; denn je schneller das honigsaugende, blumenbesuchende Insekt den oft sehr versteckten Honigsaft in der einzelnen Blüthe findet, desto schneller wird es mit diesem süßen Geschäfte fertig sein und desto mehr Blüthen kann es in einem gewissen Zeitraume besuchen und gleichzeitig eben soviele Blüthen bestäuben.

Der Skeptiker unter unsern Lesern wird hier einwenden, daß jene Striche, Punkte und Flecken, welche alle nach einem und demselben Punkte zusammenlaufen, nicht durchaus als Wegweiser oder Saftmäler zu deuten seien, da ja leicht möglich sei, daß die Insekten davon keine Notiz nehmen, weil sie auch ohnedieß den Honigsaft — z. B. durch den Geruch des Nectars geleitet, zu finden verständen. Allein auch dieser Einwand ist durch die Resultate genauer Beobachtungen widerlegt und es ist fernerhin Thatsache, daß alle jene Pflanzen, die während der Nacht blühen und in der Dunkelheit von Insekten besucht und durch diese bestäubt werden, des Saftmales in der Blüthe entbehren, eben weil bei den Nachtblüthen ein Wegweiser in Gestalt eines Saftmales unnütz wäre, da in der Dunkelheit die Zeichnung nicht gesehen werden könnte. Bei diesen Nachtblumen fehlen auch die intensiven Farben der Kronblätter; letztere sind in der Regel weiß oder blaßgelb, blaßröthlich, so daß sie in Dämmerstunden oder während der sternhellen Sommernächte nur als lichtgefärbte Flecken aus dem Düsterdunkel des Laubgrünes hervorleuchten.

Ein Beispiel dieser Art bietet uns das gemeine Geißblatt, Lonicera Periclymenum, dessen Blüthenstand wir in Fig. 56 A dargestellt haben.

Die Blumen verschwenden keine Kraft, ohne daß ihnen daraus Nutzen erwächst. Es wäre durchaus ein naiver Trugschluß, wenn wir meinten, daß die Farbe der Blumenkrone im Allgemeinen und die Saftmäler im Besondern nur den Insekten zum Nutzen gereichen. Die ästhetische Leistung der Blüthe bei der Hervorbildung ihres Farbenzaubers kommt der Blume ebenso wohl zu statten, als dem Insekt. Kein Lebewesen der vernunftlosen Natur ist uneigennützig gegenüber den Organismen anderer Art. Und wenn wir Menschen zu gegentheiligen Schlüssen geneigt sind, so ist es entweder unsere Unkenntniß des wahren Sachverhaltes oder am Ende gar unser Idealismus, den wir in die Deutung der fernerliegenden Lebenserscheinungen hineintragen, gleichsam die Natur hineinzwängend in menschliches Streben und Handeln. Da darf sich der Wahrheitsfreund durch seinen Idealismus nicht irre führen lassen; im Gegentheil hat er auf der Hut zu sein, daß ihm seine kurzsichtige Menschlichkeit nicht auf jedem Schritt zur Erreichung wahrer Naturerkenntniß hindernd, täuschend, irreführend in den Weg tritt.

Bei vielen Blumen übernimmt die Krone eine dritte Mission, indem sie ätherische Oele bildet, welche in der offenen Blüthe und unter gewissen Umständen rasch verdunstend — als „Blumendüfte" sich verflüchtigen und weithin die Botschaft tragen, daß für die Honigfreunde unter den Insekten irgendwo durch das Sichöffnen einer Blüthe Heil erstanden ist. Durch das Aroma, welches auf den Flügeln des Windes über die Fluren getragen wird, macht die Blüthe ihre besten Freunde auf ihre Anwesenheit aufmerksam. Die Insekten werden selbst aus Entfernungen, von wo sie die duftende Blume nicht sehen können, herbeigelockt. Durch Versuche mit künstlichen Blumen ist nachgewiesen worden, daß in der That die Düfte nicht minder bestrickend und verlockend auf die Insekten einwirken, als es die brillanten Farben der Kronblätter thun. Wir erinnern hier an das wohlriechende Veilchen (Viola odorata), dessen Duft ja längst sprichwörtlich geworden ist, dessen düsterblaue Blüthenfarbe dagegen gar nicht geeignet ist, aus fahlem, gestorbenem Gras- und Laubwerk der Feldhecke weit hinauszuleuchten, sondern im Gegentheil recht bescheiden vor dem benachbarten Maßliebchen (Gänseblümchen, Bellis perennis) zurücktritt. Nichts destoweniger gibt es kaum eine andere Frühlingsblume, welche sich der Wahrnehmung der Insekten in ausgiebigerem Maße auszusetzen verstände, als gerade das „bescheidene" Veilchen in seinem stillen Versteck; denn sein Duft sichert ihm im großen Umkreise alle Insekten, welchen sein Aroma angenehm ist. Ja es gibt eine große Anzahl von Pflanzen, die nur in ganz unscheinbaren Blüthenfarben auf den Plan treten, dafür aber um so stärker duften, wodurch schließlich derselbe Effekt resultirt, wie bei jenen großblumigen, weithin in glänzenden Farben schimmernden Blüthen, denen ein Aroma abgeht. Es scheint überhaupt in beiderlei Lockmitteln eine Art von Compensation, eine Wechselbeziehung zwischen Farbenpracht und Aroma zu bestehen; denn die starkduftenden Blumen haben meist eine wenig auffällige unscheinbare, nicht in die Ferne schimmernde Krone, während umgekehrt die großblumigen, durch Farbe und Zeichnung auf das Auge wirkenden Blüthen in der Regel keine Düfte, oder kaum stark zu nennendes Aroma abgeben. Wir erinnern hiebei einerseits an die Lavendelblüthe, anderseits an die großblumigen Lilien (Lilium bulbiferum und L. candidum), an die Dahlia, Zinnia, an die Sonnenblume, an die meisten Schmetterlingsblüthen (Papilionaceen),

welch letztere nur unbedeutend oder gar nicht duften. Nur gewisse Rosen machen hievon eine Ausnahme, während unsere wildwachsenden Feld-, Wald- und Bergrosen kaum duften und fast nur durch die Farbe locken.

Wenn wir die physiologische Bedeutung des Wohlgeruches richtig erfaßt haben, so gelangen wir zu dem Schluß, daß die Nachtblumen mit ihren meist blassen Blüthen, die ja selbstverständlich in der Dunkelheit oder im Halbdunkel der Dämmerung und der sternhellen Nächte nur auf geringe Entfernungen vom Auge wahrgenommen werden können, desto stärkere Düfte entfalten müssen, wenn sie auf die bei Nacht schwärmenden Insekten (Nacht-Schmetterlinge: Eulen und Schwärmer) lockend einwirken sollen. In der That wird dieser logische Schluß durch die Thatsachen bestätiget. Alle nur bei Nacht aufblühenden Pflanzen haben ihre Blumen mit einem Duft ausgestattet, der im Allgemeinen das Aroma der Tagblumen weit übertrifft. Die blasse „Königin der Nacht", eine Cactee (Cereus grandiflorus) mit riesigen, blassen Blumen,

> Herrin der Nacht, die ihre Schönheit birgt
> Beim heißen Sonnenschein der Mittagsstunde,
> Die Blume unerreicht in Düften und so rein
> Wie blasser Mondstrahl, dem sie sich erschließt,

beginnt erst bei einbrechender Nacht, sich langsam zu öffnen und erst um Mitternacht ist ihre Krone soweit entfaltet, als es überhaupt möglich ist. Um 2 Uhr Morgens beginnt die Blume zu welken und bei hereinbrechendem Tage ist ihr ganzer Wunderbau geschlossen. Ihren Duft entfaltet sie erst und nur so lange, als die Blume in ihrer schönsten Anthese steht, etliche Stunden um Mitternacht.

Das Gleiche gilt von manchen andern Nachtblumen, so von der in Figur 56 dargestellten Geißblatt-Art (Lonicera Periclymenum), die auch nur bei Nacht duftet, und von der Nachtviole.

In den lebenden Zellen der duftenden Blumenblätter erscheinen die ätherischen Oele meist in Gestalt kleiner, stark lichtbrechender Tröpfchen, welche an der Luft rasch verdunsten. Bekanntlich gewinnt man das theure Rosenöl aus den duftenden Rosenblättern durch einen Destillationsprozeß, bei dem das ätherische Oel zuerst überdestillirt und daher leicht von Beimengungen gereiniget werden kann.

Daß die Insekten ganz entschieden einen Geruchssinn besitzen, mit dem sie Düfte wahrnehmen können, ist auch für den Laien eine unbestrittene Thatsache. Lange haben sich die Zoologen darüber gestritten, wo das betreffende Organ am lebenden Insektenkörper zu suchen sei, bis es sich herausgestellt, daß es nirgends anderswo als in den Fühlern anzutreffen ist. Aber auch der „Geschmack" der Insekten ist den Blumendüften gegenüber ein verschiedener. Während die reinliche Biene am meisten mit dem „Geschmack" des Menschen harmonirt, d. h. vorwiegend sich durch Düfte anlocken läßt, welche uns Menschen ebenfalls angenehm erscheinen, gibt es hinwiederum andere Insekten, die Aasgerüche und Düfte anderer unappetitlicher Objekte allen anderen vorziehen und daher am liebsten „stinkende" Blumen aufsuchen. In der That gibt es auch Blüthenpflanzen, die in dieser Richtung den Lieblingsneigungen der sie besuchenden Insekten engegenkommen und ganz abscheuliche Düfte entfalten. Wir erinnern an das Bocks-Knabenkraut (Himantoglossum hircinum), eine unserer seltsamsten wildwachsenden Orchidee mit ungemein stark verlängertem Labellum, einer Knabenkraut-Art, die wegen des abscheulichen

Duftes ihrer Blüthen in keinem Salon aufgestellt werden dürfte, ohne das Entsetzen der anständigen Nasen wachzurufen.

Für uns fast ebenso abscheulich duftet die zierliche Blüthe des Weißdorns (Crataegus Oxyacantha), die in der That von mancherlei Gesindel der fliegenartigen Insekten, welche zum Theil Ekeldüfte vorziehen, besucht wird.

Manche Blumen haben sich sogar derart an diese unsauberen Insekten angepaßt, daß sie nicht allein Aasdüfte entwickeln, sondern in der Ausbildung der Blumenblätter dahin gelangten, farbige Flecken und glänzende Stellen hervorzubringen, die ganz an das Aussehen von todtem, faulendem Fleisch, also an Aas erinnern. Da ist dann die Illusion eine so vollkommene, daß Insekten aus der Sippe der Aas- und Fleischfliegen nicht allein durch den mißlichen Geruch, sondern auch durch die Ekelfarbe angelockt werden; ja, es sind Fälle bekannt geworden, wo derlei Fliegen sogar ihre Eier oder Maden in das vorgetäuschte Aas, in die betreffenden lebenden Pflanzentheile hineinlegten, in der irrigen „Meinung", hiebei für die Jungen elterlich zu sorgen, während in solchen Fällen immer die ganze Brut zu Grunde gehen mußte. (Beobachtungen an den aasartig duftenden Stapelia-Arten — Asclepiadeen — des Caplandes).

Eine vierte Mission übernehmen die Kronblätter mancher Blumen, indem sie Honigsaft ausscheiden und dadurch die mit Hülfe der Farbe und Wohlgerüche von fernher angelockten Insekten für den wohlthätigen Besuch belohnen. In den meisten Fällen sind es nur kleine, oft wohlgeborgene, versteckte Stellen der Kronblätter, die als Nectarium fungiren, während die größte Ausdehnung der Krone in anderer Mission thätig ist.

Bei der Türkenbund- oder Berglilie (Lilium Martagon), die wir in Tafel VI. dargestellt haben, sind sämmtliche 6 Perigon-Blätter, die alle kronartig entwickelt sind, am Grunde mit einer Rinne versehen, in welche sich der süße Honigsaft in kleineren und größerwerdenden, zusammenfließenden Tropfen absondert, der in der Rinne vor kurzrüsseligen Insekten gut geborgen ist (vergl. pag. 198).

Die Passionsblume (Fig. 54 und 55 pag. 226 und 227) liefert uns ein zweites Beispiel, wo an der Basis der am Grunde mit einander verwachsenen Blumenblätter Honig abgeschieden wird, indeß die Kronblätter in ihrer größten Ausdehnung durch Farbe und Zeichnung als Lockmittel für das Auge wirken. Beim gemeinen Geißblatt (Lonicera Periclymenum Fig. 56) wird der Honigsaft ebenfalls am Grunde der mit einander in eine enge, lange Röhre verwachsenen Kronblätter abgeschieden (Fig. 56 C. n). Und bei sehr vielen Orchideen ist das honigabsondernde und honigbeherbergende Organ ein langer hohler Sporn, der einen Theil des Labellums (eines inneren Blumenblattes) repräsentirt. Beim Sauerborn, Berberis vulgaris (Fig. 69) ist das Nectar absondernde Organ ein paariges Gebilde am Grunde der Kronblätter. — Aber bei manchen andern Pflanzen sind die Kronblätter ganz und gar in Nectarien umgewandelt.

Dies ist zum Beispiel bei unserer Christblume, Helleborus niger, (Fig. 74) der Fall. Hier übernimmt der weißgefärbte Kelch mit seinen 5 großen, weithin schimmernden Blättern die Rolle der anderswo durch Farbenpracht lockenden Blumenkrone, indeß die Kronblätter der Christblume in kleine, grünlich-gelbe Krüge verwandelt sind, die nichts Anderes als Nektarien darstellen. Die gleichen Verhältnisse zeigen auch andere Helleborus-Arten.

Aehnliches gilt von einer verwandten Pflanze, dem Winterling, Eranthis hiemalis, dessen glänzend gelbgefärbte Kelchblätter kronartig erscheinen, indeß die eigent-

lichen Kronblätter röhrenförmige, an der Mündung zweilippige Nectarien darstellen, die auffallend an die entsprechenden Gebilde bei den Nießwurz- (Helleborus-) Arten erinnern.

Bei der Akelei, Aquilegia vulgaris, sind die Kelchblätter ebenfalls blumenblattartig (blau) gefärbt, indeß die eigentlichen Kronblätter, 5 an der Zahl in füllhornartige Nectarien mit langem, abwärts gerichtetem, gekrümmtem, Sporn verwandelt sind.

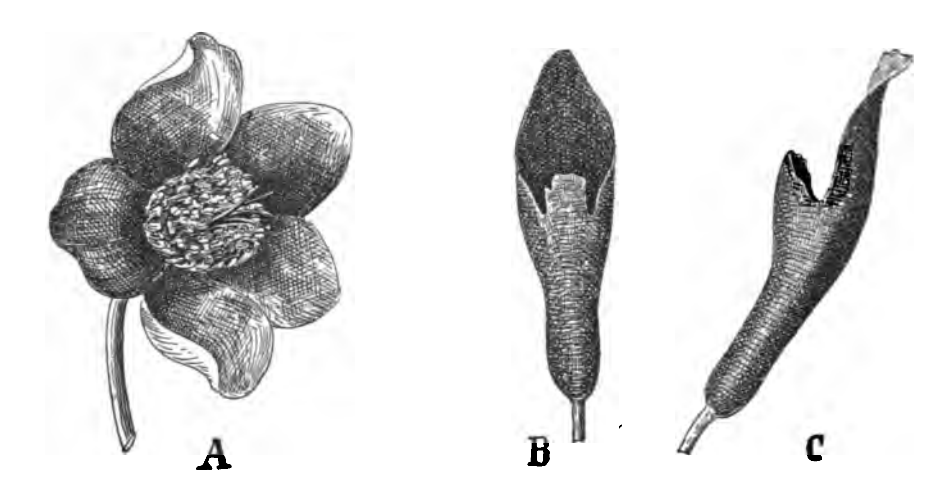


Fig. 74. Helleborus niger, schwarze Nießwurz, Christblume.

A. Vollständige Blüthe; außen 5 Hüllblätter, die den eigentlichen Kelch darstellen, obschon sie kronartig, blendendweiß gefärbt sind. Im Centrum der Blüthe finden sich einige Fruchtknoten, deren obere Enden in dünne Griffel ausgezogen sind. Um jene herum gruppiren sich die zahlreichen Staubblätter, die von einem, an den Kelch grenzenden Kranz von eigenthümlich geformten Honigbehältern, den krugartig entwickelten Kronblättern umgeben sind.

B. Ein einzelnes, in ein Nectarium verwandeltes Kronblatt, vergrößert, vom Centrum der Blüthe aus betrachtet.

C. Ein ebensolches von der Seite gesehen. (Nach der Natur gezeichnet.)

Diese Honigsporne sind, wie allen Kindern bekannt, am untern Ende verdickt, köpfchenartig angeschwollen. Dort wird im Innern der süße Saft ausgeschieden, der langrüsselige Insekten anlockt und zur Frembbestäubung veranlaßt. Ueberall dort, wo diese schönen Wiesenblumen in großer Menge vorhanden sind, wissen auch die naschhaften und neugierigen Kinder ganz wohl, daß es sich für sie lohnt, jene Köpfchen am Ende des Honigspornes aufzubeißen, um den süßen Nectar auf die Zunge zu erhalten. Bei diesem Geschäft verfahren die Kleinen ganz ähnlich, wie die honigraubenden Insekten bei manchen Blumen zu thun pflegen, wo der Honig tief verborgen liegt und daher mehr oder weniger schwer zugänglich erscheint, so daß manche Honignäscher einfach die Blume anbeißen, um auf unerlaubtem, für die Blume nur nachtheilige Weise zum Nektar zu gelangen. Dies geschieht häufig bei den verschiedenen Eisenhut-Arten (Aconitum), wo an der unregelmäßigen, aber symmetrisch gebauten Blume die Kelchblätter wiederum kronartig gefärbt sind, indeß die 2 obersten Kronblätter total in langgestielte Nectarien verwandelt erscheinen, die hinwieder gemeinsam im obersten, helmartigen Kelchblatt verborgen liegen, so daß die Insekten nur bei Anwendung gewisser Manipulationen den Honig erreichen können, ohne die Blüthentheile zu verletzen.

Da diese Manipulationen manchen Hummeln zu complicirt und zu langweilig vorkommen, so bringen sie auf verbotenem Wege zum Nectar, indem sie einfach den schützenden Helm des Kelches anbeißen und durch dieses Loch vordringen, mit ihren Mundwerkzeugen auch die Nectarien verletzend, bis sie den Honig erreichen.

Gemeinsam mit dem Kelch übernimmt die Blumenkrone auch häufig den Schutz der inneren Blüthentheile, der eigentlichen Geschlechtsorgane, vor äußern schädlichen Einflüssen während der Zeit, da die Staubblätter und die Fruchtknoten noch in der Ausbildung begriffen sind. Später, wenn die Blume sich geöffnet hat und der nicht trockenstäubige, sondern feuchte und zusammenhängende Pollen aus den Antheren entleert wird, hat die Blüthenhülle — Kelch und Krone zusammengenommen — auch die Aufgabe, den Pollen gegen vorzeitige Befeuchtung durch Regen und Thau, sowie gegen die Entfernung durch Winde und gegen die Verschleppung durch unberufene Insekten, wie auch gegen die Vertilgung durch gewisse Thiere zu schützen. In manchen Fällen vermittelt die Blüthenhülle zuletzt auch die Belegung der Narben durch den Blüthenstaub derselben Blüthe, wenn nämlich der Besuch von Insekten, welche eine Fremdbestäubung hätten vermitteln können, ausgeblieben ist, so z. B. bei der von uns in Figur 42 pag. 203 abgebildeten Calceolaria amplexicaule, wo beim Abfallen der schuhförmigen Blumenkrone schließlich die Narbe auch mit dem Pollen der eigenen Blüthe belegt wird und Sichselbstbestäubung stattfindet, wenn nicht vorher durch Insekten die Fremdbestäubung vollzogen wurde. Weiterhin fungirt die Blumenkrone in zahlreichen Fällen als Schutzorgan des Nectars, der nicht allein gegen atmosphärische Niederschläge, sondern auch gegen unberufene Insekten, deren Besuch der Blüthe keinen Vortheil bringen würde, zu schützen ist und auch in sehr vielen Fällen wirklich von der Blumenkrone oder einzelnen Theilen derselben geschützt wird. Wir verweisen hierbei in erster Linie auf die Lippenblüther (Salvia), Schmetterlingsblüther, Nelken, Vergißmeinnicht, Geranium, Passionsblumen, Lilien, Orchideen, Cydonia, Aconitum.

Bei den Lippenblüthern ist bekanntlich die Blumenkrone ein Gebilde, das durch Verwachsung von 5 Blättern entstanden ist. An der Basis bildet die Krone eine mehr oder weniger enge Röhre, in deren tiefstem Grunde der Nectar verborgen liegt. Er ist hier nicht nur gegen die Verwaschung durch Regen und Thau, sondern auch gegen allerlei unnützes Insektengesindel geschützt, das nach dem Honig lüstern, aber doch nicht im Stande wäre, die Fremdbestäubung zu vermitteln und daher durch die enge Kronröhre, oft auch noch durch Haarbärte und dergleichen vom Honigbehälter abgehalten wird. Der süße Labetrank, den die Blume ihren Besuchern offerirt, wird daher bei den meisten Labiaten für jene Insekten reservirt, welche groß und geschickt genug sind, beim Honigsaugen die günstig placirten Geschlechtsorgane der Blume zu berühren und die Bestäubung zu vermitteln. Das dickköpfige und mit 7 schwarzen Punkten gezeichnete, rothe Marien-Käferchen (Coccinella septempunctata) würde umsonst versuchen, in unserer Wiesensalbei oder in der Muscateller-Salbei (Fig. 40) den im Grunde der Blüthe verborgenen Honig zu erreichen, da es sich mit seinem dicken Kopf und Brusttheil nicht unter dem Hebelapparat durchzuzwängen vermöchte, noch viel weniger im Stande wäre, die enge Kronröhre der ganzen Länge nach zu passiren. Dieses Käferchen wird also von der Salbeiblüthe abgewiesen und zwar mit Recht, da es niemals im Stande wäre, die Fremdbestäubung zu vollziehen. Wozu sollte aber die Blume ihren Honigsaft verschwenden, wenn der Liebesdienst, den sie von den Insekten fordert, nicht geleistet wird?

Die Salbei hat ihren Nectar nur für die großen, langrüsseligen Insekten vom Schlage der Bienen reservirt, weil diese letzteren allen gerechten Anforderungen, welche die umworbene Blume an ihre Freier stellt, Genüge leisten.

Aehnlich verhält es sich mit den Schmetterlingsblüthern, den Papilionaceen, zu denen unsere Bohnen, Erbsen, Wicken, der Klee, die Esparsette, der Goldregen, die Platt-Erbsen, die Lupinen gehören. Hier sind die Kronblätter als Flügel, Fahne und Schiffchen so gestaltet und so angeordnet, daß der Honigsaft ebenfalls gegen Wind und Wetter, wie auch gegen unberufene Insekten wohl geschützt und nur für jene Kerbthiere reservirt ist, welche beim Saugen des Nectars die Bestäubung vermitteln können. Bekanntlich wird der Ackerklee fast ausschließlich von Hummeln bestäubt, weil die meisten andern Insekten nicht im Stande sind, weder den Honigsaft zu erreichen, noch die Bestäubung zu vermitteln. Allerdings gibt es bei manchen Papilionaceen auch unberufene Gäste, die auf unehrlichem Wege den Honigsaft zu erreichen wissen, indem sie die Blüthenhülle am Grunde, dort wo im Innern der Honig geborgen liegt, anbeißen und räuberisch sich des Nectars bemächtigen, welcher doch nur für die ehrlichen Besucher reservirt sein sollte. Ein Beispiel dieser Art bietet uns die rothe Feuerbohne oder Schminkbohne (Phaseolus multiflorus), bei welcher ich letzten Sommer wochenlang umsonst nach jungen Früchten spähte, weil die Befruchtung in Folge räuberischen Ausbeutens der Honigsäfte von Seite unberufener Gäste unterblieb. Hier wurden von gewissen Hummeln einfach der Grund des Kelches und die innerhalb desselben liegenden Krontheile von Außen her angefressen, durchlöchert und der Honig geraubt, ohne daß die für Fremdbestäubung wunderbar vollkommen eingerichtete Blüthe zur Bestäubung gelangte.

Da zeigt sich denn in solchen Fällen, daß die Natur noch keineswegs vollkommen ist: würde die Feuerbohne ihre Kelchtheile mit widerlichen Drüsenhaaren oder andern Schutzorganen gegen unberufene Gäste schützen, so möchten die Honigräuber es wohl unterlassen, diese Blumentheile anzubeißen und den Nectar auf unehrliche Weise auszubeuten. Da diese Schutzorgane nur in ungenügender Weise vorhanden sind, so ist die Blüthe der Feuerbohne eine unvollkommene zu nennen.

Bei den Nelken sind die grünen, derben, lederartigen Kelchblätter in eine lange Röhre verwachsen, aus deren Grunde sich die fünf langgestielten (benagelten) Kronblätter, die Staubfäden und weiblichen Organe erheben. Alle diese inneren Blüthentheile verengern jene lange Röhre derart, daß nur der dünne lange Rüssel eines Schmetterlinges vom Schlage des Taubenschwanz (Macroglossa stellatarum), den wir auf Tafel VI. bei der Türkenbundlilie dargestellt haben, bis auf den im Grunde der Blüthe liegenden Honigsaft zu bringen vermag. Hier, bei den Nelken, ist es also wiederum die Blüthenhülle (Kelch- und Krone) welche den Nectar vor unberufenen Insekten sichert. Und in der That sind die Nelken echte Schmetterlings- oder Falterblumen. Manche Arten werden in unsern Gegenden hauptsächlich vom Taubenschwanz (Macroglossa) ausgebeutet und befruchtet und zwar in so ausgiebiger Weise, daß dieser Schwärmer — von Blume zu Blume schwebend und auch in schwebender Stellung während des Saugens verharrend — innerhalb einer Stunde Hunderte von Nelkenblüthen nach Honig absucht und dabei befruchtet.

Bei den Vergißmeinnicht-Arten (Myosotis), deren wunderbar reinblaue Farbe ja sprichwörtlich geworden, ist die Krone verwachsenblätterig und birgt in ihrer Röhre nicht nur die Geschlechtsorgane, sondern auch den Honig. Beiderlei Organe, sowie der

Nectar werden vor der Befeuchtung durch Regen und Thau geschützt, indem die Blumenkrone beim Blütheneingang taschenförmige Einsackungen bildet, die den Eingang verengern und als Saftdecke sowohl, als auch wegleitend für die honigsuchenden Insekten, somit auch als Saftmal (von gelber Farbe) wirken.

Unsere wildwachsenden Geranien, Figur 70, besitzen eine freie Blumenkrone. Am Grunde, zwischen je 2 benachbarten Kronblättern wird der Nectar ausgeschieden und nun von den Haarbärtchen an der Basis der Kronblätter vor unwillkommenen Gästen geschützt. Jene Haarbärtchen (Fig. 70 bei A und B) dienen somit ebenfalls als Saftdecke.

Wunderbar vollkommen erscheint die Saftdecke bei der Passionsblume, die wir schon oben bei Fig. 54 und 55 besprochen haben. Sie bildet dort einen Theil der zierlichen Nebenkrone (d in Fig. 54).

Die angeführten Beispiele mögen an dieser Stelle genügen, um einen Begriff von der Vielgestaltigkeit der Aufgabe zu geben, welche der Blüthenhülle zukommt.

In den meisten Fällen stirbt Kelch und Krone ab, nachdem die Bestäubung vollzogen ist. Nur selten dient die Blüthenhülle auch zum Schutze der jungen Früchte oder gar als Verbreitungsmittel der reifen Samen. Im Allgemeinen ist die Blüthenhülle ein ephemeres Gebilde, das im ausgewachsenen, vollkommenen Zustande kaum einige Tage, in vielen Fällen, bei den sich nur einmal öffnenden Blumen, oft nur wenige Stunden lang in Funktion bleibt. Beim Mohn fällt der grüne Kelch in jenem Momente ab, da die Kronblätter sich auszubreiten anfangen. Und die herrlichen Blumenblätter der meisten in Farbenschmuck prangenden Phanerogamen reißen sich von der Blüthe los, sobald sie ihre höchste Ausbildung erreicht und ihren Lockdienst verrichtet haben.

Im Mai fällt der Blüthenschnee von unsern Apfel- und Birnbäumen.

Man sagt fälschlich, daß die Blüthen sterben, wenn sie die hinfälligen Kronen abwerfen.

Das Gegentheil ist richtig: erst nach dem Tod der Blumenkrone beginnt für die wichtigsten Theile der Blüthen das eigentliche Leben; nach der Bestäubung folgt die Zeugung, die eigentliche Befruchtung, die Schöpfung der kommenden Generation.

3. Der männliche Geschlechtsapparat der Blumen, das Androeceum.

Die männlichen Organe der Blüthe bestehen aus metamorphosirten Blättern, welche die Fähigkeit haben, in ihrem Innern kleine Zellen, die sogenannten Blüthenstaubkörner, den Pollen, zu bilden, und diese Zellen zur Zeit des Aufblühens der Blume in Freiheit zu setzen, indem sich das Staubblatt öffnet und seinen köstlichen Inhalt, die männlichen Fortpflanzungszellen, entweder dem Winde oder den Insekten preisgibt.

Sehen wir uns erst den Pollen oder sogenannten Blüthenstaub etwas genauer an.

Bei den nacktsamigen Gewächsen, den niedrigsten Blüthenpflanzen, wohin unsere Nadelhölzer und Cycadeen, die Weiß- und Rothtanne, die Föhre, die Lärche, die Eibe, der Lebensbaum, der Wachholder, die Cypresse und ihre Verwandten, die Cedern des Libanons und die Mammuthbäume Kaliforniens gehören, sind die Pollenkörner bei ihrem Austritt aus den Staubblättern durchaus trocken und wie der Name sagt, staub-

artig. Das Gleiche gilt von einigen bedecktsamigen Pflanzenfamilien, so von den Gräsern, wozu unsere Getreidearten gehören, von den Nesselgewächsen und von den Kätzchenblüthigen, wohin unser Haselnußstrauch (Fig. 75), die Erle und Birke gehören.

Alle diese mit trockenem Blüthenstaub ausgestatteten Gewächse sind bei der Bestäubung auf das Mitwirken des Windes und der Schwerkraft angewiesen. Es sind windblüthige Gewächse. —

Wenn nach düsternebeligen Wintertagen Phöbos Apollon wolkenvernichtend und lebenerweckend über unsere bislang erstorbenen Fluren und Wälder triumphirend dahinzieht, dann rüttelt er erst an den lautlosen Hecken der Haselsträucher und im Erlengebüsch am eisfreien, murmelnden Bach. Die magern kätzchenartigen Blüthenstände beginnen zu schwellen, die Knospen am entblätterten Baum und Strauch erwachen aus ihrem Traumleben und ehe Du Dich's versiehst, haben sich die männlichen Inflorescenzen des Haselstrauches und der Erle in ein warmes Goldgelb geworfen. Ein Wink noch vom lächelnden Sonnengott — — und die Staubbeutel der überhängenden Kätzchen öffnen sich; trockener Staub entfällt seinem bisherigen Gefängniß (Fig. 75 A m m); Aeolus bläst durch das Gezweige und nun entflieht ein goldener Nebel den verstäubenden Blüthen.

Du rüttelst den Haselstrauch, das Erlengebüsch — bald wirst Du vom trockenen Blüthenstaub bedeckt sein. Auf den Flügeln des Windes und unter Mitwirkung der Schwerkraft entfliehen die befruchtenden Pollenkörner der Windblüthler ihren Bildungsherden: Millionen von ihnen werden nach allen Richtungen zerstreut, wenige, sehr wenige der goldenen Staubkörner erreichen ihren Bestimmungsort: die unscheinbaren weiblichen Blüthen (Fig. 75 A. f.). Aber diese wenigen genügen, um dort befruchtend zu wirken, indeß die Millionen andern auf Irrwegen ewig verloren sind.

Alle diese trockenen Blüthenstaubkörner der windblüthigen Gewächse haben eine kugelige oder eiförmige Gestalt und eine meist ganz glatte oder nur unmerklich rauhe, in allen Fällen ganz trockene Oberfläche. (Fig. 76 A, B, C und Fig. 77.) Jedes Korn unternimmt seine Reise durch die Luft auf eigne Rechnung — ein Spiel des Zufalles sieht es sich seiner eigenen Schwere und dem Treiben des Windes preisgegeben.

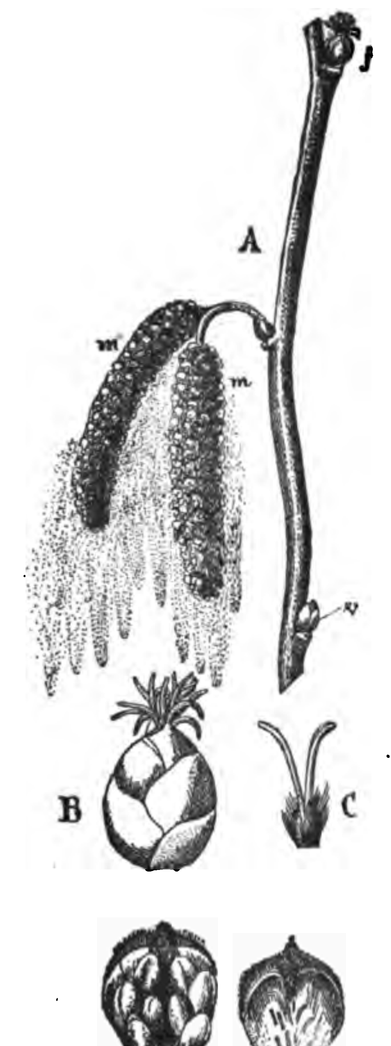


Fig. 75. Haselnuß-Blüthen, Corylus Avellana.

A. Blühender Zweig mit den verstäubenden männlichen Blüthen m m, einem weiblichen Blüthenstand f und einer vegetativen (Laub-) Knospe v.
B. Weibliche Inflorescenz.
C. Einzelne weibliche Blüthe.
D. Einzelne männliche Blüthe.
E. Dieselbe nach Entfernung der Staubbeutel.

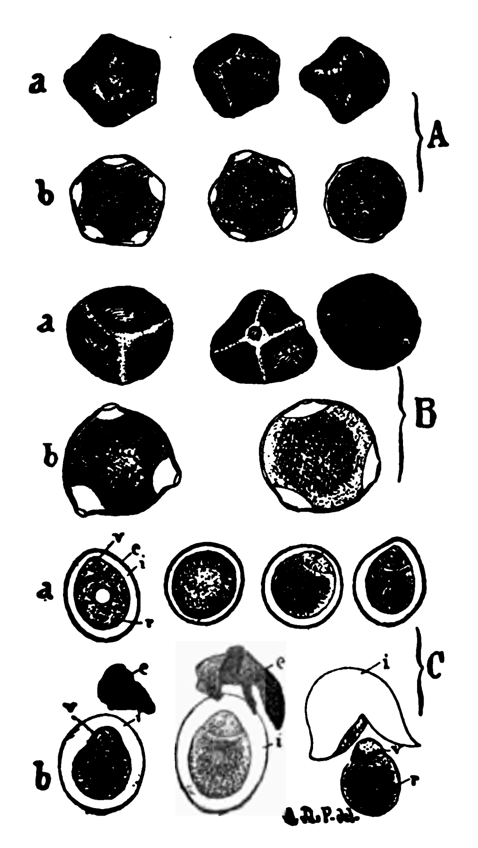


Fig. 76. Pollenkörner von verschiedenen trocken-verstäubenden, windblüthigen Pflanzen.

A. Pollen von Alnus viridis (Grün-Erle) 480 Mal vergrößert.

B. Pollen von Corylus Avellana (Haselnuß) 480 Mal vergrößert.

C. Pollen von Biota orientalis (Lebensbaum) 240 Mal vergrößert.

In jeder dieser 3 Theilfiguren bedeutet a (die obere Querreihe): Pollen in trockenem Zustand, b. dagegen (untere Querreihe): Pollen in feuchtem Zustande.

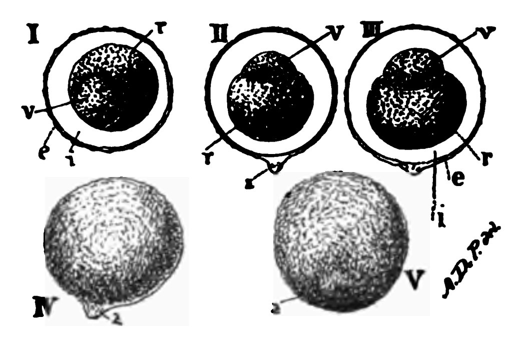


Fig. 77. Pollenkörner von Cryptomeria japonica, einer japanischen, cypressenartigen Pflanze.

I. Einzelnes Blüthenstaubkorn, schief von Oben gesehen.

II. u. III. Pollenkörner von der Seite gesehen.

IV. u. V. Pollenkörner von Außen gesehen.

Alle Körner aus den eben verstäubenden Blüthen sogleich in Wasser gebracht und bei 480-facher Vergrößerung mit Hülfe des Prismas gezeichnet.

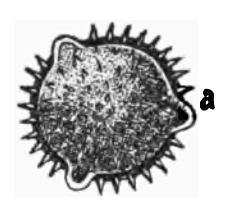
Ja, bei manchen Nadelhölzern, bei unserer Kiefer und bei der Schwarzföhre, ist jedes einzelne Pollenkorn noch extra mit Flugorganen ausgestattet; zwei lufterfüllte Aussackungen zwischen der äußern und der inneren Haut vermindern das spezifische Gewicht des einzelnen Kornes, auf daß der Wind um so leichter sein Spiel mit ihm treibe.

Alle nacktsamigen Gewächse: Tannen, Föhren, Cedern, Cypressen, Wachholder und Eiben 2c. zeigen im Innern jedes Pollenkornes bei starker Vergrößerung zwei (oder gar mehrere) durch Wände von einander getrennte Kammern oder Zellen, von denen die eine, kleinere als vegetativ (v in Fig. 76 C und in Fig. 77), die andere, größere als reproductiv (r in denselben Figuren) zu bezeichnen ist. Jene erstere wird als verkümmerter Rest eines mikroskopisch kleinen männlichen Pflänzchens aufgefaßt, dessen Geschlechtsorgan eben die zweite, größere Zelle r darstellt, welche später, sofern das Pollenkorn an seinen richtigen Bestimmungsort gelangt, zum befruchtenden männlichen Organ, d. h. zum Pollenschlauch auswächst.

Bei den bedecktsamigen Pflanzen mit trocken-staubigem Pollen, bei den Nesseln, dem Hanf, dem Haselstrauch (Fig. 76 B) und der Erle (Fig. 76 A) bildet dagegen der Inhalt nur eine einzige Kammer, eine einzige Zelle mit körnigem Protoplasma und einem oder zwei Zellkernen. Fallen diese Körner — vom Wind oder durch die eigene Schwere getrieben — auf die empfängnißfähigen Stellen des weiblichen Geschlechtsapparates

benachbarter Blüthen, so schwellen die Körner an, die äußere Membran wird zersprengt und die innere erweitert sich an jener Stelle zu einer warzenartigen Papille, die alsbald in einen Schlauch auswächst, welcher hinwieder bestimmt ist, im Innern des weiblichen Apparates die eigentliche Befruchtung zu vollziehen.

Das trockene Blüthenstaubkorn der Windblüthler ist ein unbeholfenes, armseliges Ding, das eigentlich nicht mehr recht in unsere Pflanzenwelt hineinpaßt. Diejenigen Gewächse, welche auf der Bildung des trockenen Pollens verharrten, sind daher mehr und mehr vor den übrigen Pflanzen in den Hintergrund getreten. Es gab einmal Zeiten, da sie die Erde bedeckten, heute sind sie auf die mehr und mehr sich reducirenden Wälder, die dunkeln Forste unserer Nadelhölzer angewiesen, indeß die Gewächse mit feuchtem, mehr oder weniger zusammenhängendem Pollen die Herrschaft über die Erde erobert haben.



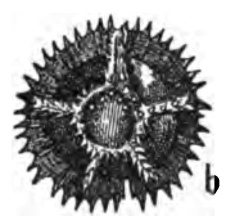




Fig. 78. Verschiedene Pollenkörner von insektenblüthigen Pflanzen.
a. Blüthenstaubkorn vom Huflattich (Tussilago Farfara).
b. Blüthenstaubkorn von der Cichorie (Cichorium Intybus).
c. Blüthenstaubkorn von der Stockrose (Althaea rosea).

Bei allen Pflanzen mit glänzenden Blüthenhüllen, mit Aroma und Honigsaft — auch da, wo das eine oder andere dieser Momente fehlt, bei allen Pflanzen überhaupt, die zu ihrer Bestäubung die Insekten in den Dienst gezogen haben, treffen wir Pollenkörner mit feuchter Oberfläche, oft bewaffnet mit Stacheln, Warzen, Leisten, netzartigen Verdickungen an ihrer Außenfläche, die geeignet sind, daran haftende Oeltröpfchen von einander zu trennen und über die ganze Oberfläche gleichartig zu vertheilen, wohl auch gelegentlich als Haftorgane zu dienen, wenn die Körner mit dem haarigen oder schuppigen Kleid von Insekten in Berührung gerathen und von diesen verschleppt werden.

So treffen wir z. B. bei den meisten Korbblüthlern (Compositen), zu denen der Huflattich (Fig. 78 a), der Löwenzahn, das Margarethchen, die Kornblume, die Aster, die Disteln und Lattiche gehören, Pollenkörner, welche an der Oberfläche ihrer äußeren Haut mit spitzen Stächelchen dicht bedeckt sind. Bei der Cichorie (Fig. 78 b) sind die Blüthenstaubkörner mit netzartig verbundenen, stark nach Außen vorspringenden und mit Stächelchen besetzten Leisten versehen. Und bei all diesen Korbblüthern erscheint der Pollen feucht und zwar in Folge von daran haftenden, fettigen Stoffen, Oeltröpfchen u. drgl.

Bei den Malven-Gewächsen, wozu der Eibisch (Malva) und die Stockrose, Althaea rosea (Fig. 78 c) gehört, sind die großen kugeligen Pollenkörner sogar mit verschieden großen und ganz regelmäßig mit einander abwechselnden Stächelchen bewaffnet.

Aeußerst zierlich erscheint die Außenfläche der großen, ebenfalls ganz kugeligen Blüthenstaubkörner von der blauen Passionsblume, Passiflora coerulea, wie aus Fig. 79 zu ersehen ist. Jedes dieser Körner zeigt eine netzartig verdickte äußere Haut, auf welcher nur 3 kreisförmige oder ovale, in sich selbst zurücklaufende Streifen an der Oberfläche glatt bleiben, was dem Aussehen des Kornes unter dem Mikroskop ein wunderliches Gepräge verleiht. Nach einer Angabe von Jul. Sachs werden die innerhalb der

ringförmigen glatten Streifen liegenden, netzig verdickten Theile der äußern Haut beim Keimen des Pollenkornes abgeworfen.

In Tafel VI und VII unseres vorliegenden Buches finden wir auch die Pollenkörner der Berglilie (Lilium Martagon) abgebildet. Hier sind, wie bei den Blüthenstaubkörnern der meisten Liliengewächse, kleine, an der Oberfläche vorspringende Knötchen in Reihen, welche selbst eine netzartige Anordnung zeigen, gestellt. Es erscheint daher die Außenfläche gefeldert: in jeder Masche des Netzes (Tafel VI Fig. 5 und Tafel VII B) ist die Oberfläche des Kornes glatt; aber diese glatte Fläche ist von den benachbarten ebenso gestalteten Flächen durch eine vorspringende Knöpfchenreihe getrennt und so recht geeignet, kleine Oeltröpfchen (ol in Tafel VI bei 5 und in Tafel VII bei B) an der gleichen Stelle der Pollenoberfläche festzuhalten und zu verhindern, daß ihrer viele in große Massen zusammenfließen, wobei dann das einzelne Korn leicht auf der einen oder andern Seite ganz trocken werden könnte.

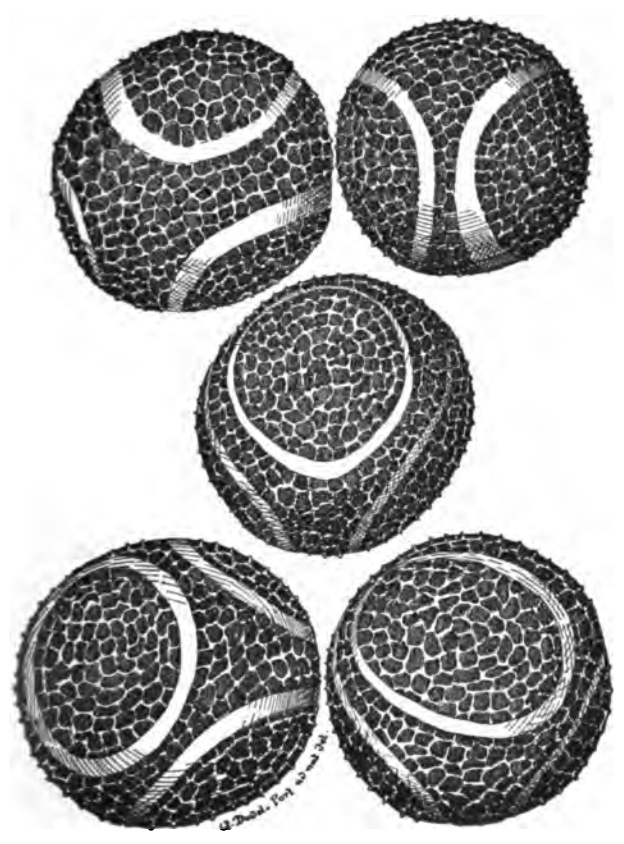


Fig. 79. Pollenkörner der blauen Passionsblume (Passiflora coerulea), 480 Mal vergrößert.
Mit Hülfe des Prisma's direkt auf Kreidepapier nach der Natur gezeichnet und hernach phototypisch reproducirt.

Bei den meisten von uns hierauf untersuchten Liliengewächsen ist der Pollen durch Oel, welches seiner Oberfläche anhaftet, befeuchtet; es bleiben daher immer viele Körner mit einander vereiniget, welche so in größeren, unregelmäßigen Klumpen und Schichten den geöffneten Staubbeuteln anhaften und gleichsam abwarten, bis ein naschhaftes Insekt Einkehr hält und den feuchten Pollen an seinem Körper abstreift, ihn mit sich wegtragend zu einer andern Blüthe. Und in der That sehen die emsigen, nach Honig und Pollen suchenden Insekten gewöhnlich schon früh am sonnigen Vormittag recht unsauber aus, wenn sie schon mehrere Blüthen besucht haben. Oft sind die haarigen Beine und die Flügel, sowie Kopf, Brust und Heiterleib eines solchen Blumenfreundes derart mit Pollen bedeckt, daß der unsaubere Schelm die Farbe des Pollens annimmt, der ihm beim Honigsaugen an dem Leibe haften blieb, gleichwie sich die Nase eines Kindes gelb färbt, das unvorsichtig und rasch hinter einander in Tulpen und Lilien guckt.

Ich habe im letzten Sommer (1881) auf einer Kardendistel im botanischen Garten zu Zürich, die zur Zeit ihrer Anthese von zahlreichen bienengroßen Insekten verschiedener

Art besucht wurde, oftmals die emsigen Blumenfreunde so von cohärentem, bläulichweißen Pollen der genannten Blüthen bedeckt gesehen, daß ihnen diese übermäßige Verunreinigung des Haarkleides lästig wurde. Die Thierchen flogen dann aus den Blüthenständen hinweg auf eine benachbarte saubere Stelle und gaben sich eine Zeit lang alle Mühe, die Unmasse des mitgeschleppten Pollens von Beinen und Flügeln, vom Kopf und Leib so gut es ging abzustreifen, um hernach wieder zu den honigreichen Blüthenständen derselben Pflanze zurückzukehren.

Manche Pflanzen-Familien zeichnen sich dadurch aus, daß sie in den Staubblättern Pollen bilden, der in größeren Packetchen zusammenhängen bleibt. Dahin zählt die große Familie der Knabenkräuter, Orchideen, die wir unter Nr. 15 im vorigen Kapitel (pag. 232—240) einläßlicher besprochen haben. Dort haben wir erfahren, daß die Knabenkräuter mit raffinirter Eleganz den honigsuchenden Vermittlern der Fremdbestäubung die ganze Pollenmasse aus dem Staubbeutel auf die Stirne oder den langen Saugrüssel zu kleben verstehen (Fig. 57 po in B und Fig. 58, 59 und 60). Ohne die eigenthümliche Verklebung jener Pollenmassen wäre kaum gedenkbar, wie ein und dasselbe Insekt, das auf seiner Stirne den festgeklebten Inhalt eines ganzen Staubbeutels mit sich herumschleppt, nach einander eine ganze Menge anderer Blüthen derselben Orchideen-Art zu bestäuben vermöchte.

In der That ist die Art und Weise der Ausbildung und des Freiwerdens oder Zusammenhängenbleibens bei den Blüthenstaubkörnern von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Jede gesetzmäßig auftretende Erscheinung in dieser Sphäre des Blumenlebens weist auf eine physiologische Nothwendigkeit hin und gibt den Ausschlag beim Wettbewerb der verschiedenen Pflanzenarten um ihre Existenz.

Die Organe, in welchen die Pollenkörner gebildet werden, d. h. die Staubblätter sind bei den höhern Blüthenpflanzen im Wesentlichen nach einem und demselben Typus gebaut. Das einzelne Staubblatt besteht nämlich aus zwei Haupttheilen: dem Staubbeutel oder der Anthere (a in Fig. 3 Tafel VI) und dem Staubfaden oder Filament (f in Fig. 3 Taf. VI.)

Der Staubfaden oder Filamenttheil repräsentirt den Stiel des Staubblattes und ist — wie der Name sagt — sehr oft fadenförmig, dünn, oft so schlank, daß er im ausgewachsenen Zustande nicht einmal den Staubbeutel zu tragen vermag und daher sich so umbiegt, wie dies beim Roggen und vielen andern Gräsern zu geschehen pflegt, wo der pollenschwere Staubbeutel, am haardünnen Filament hängend, senkrecht unter das Aehrchen zu liegen kommt, aus welchem er stammt. Bei den Liliengewächsen und vielen andern Pflanzen sind jedoch die Filamenttheile der Staubblätter nicht so schlank und schwach, daß sie den Namen „Staubfäden" wirklich verdienten. Hier stehen sie steif aufrecht oder in ganz bestimmtem Sinne gebogen in der Blüthe und diesem Umstande ist es zu danken, daß der wichtigste Theil des Staubblattes, nämlich die pollenbildende Anthere meist während des Blühens ihre Lage zu den übrigen Geschlechtsorganen wechselt, indem der Filamenttheil ganz bestimmte Bewegungen durch Krümmung und Streckung ausführt, was bei haardünnen Staubfaden, z. B. beim Roggen nicht möglich wäre. (Vergleiche Tafel VI, wo bei der Türkenbund-Lilie die Filamente fi sich erst vom Griffel wegkrümmen, ehe sich die Antheren öffnen; ferner Figur 68, mit den eigenthümlichen Bestäubungseinrichtungen des Studentenröschens, sodann die steifen, aber reizbaren Staubfaden beim Sauerdorn, Figur 69, endlich die Quittenblüthe, Figur 80, wo die

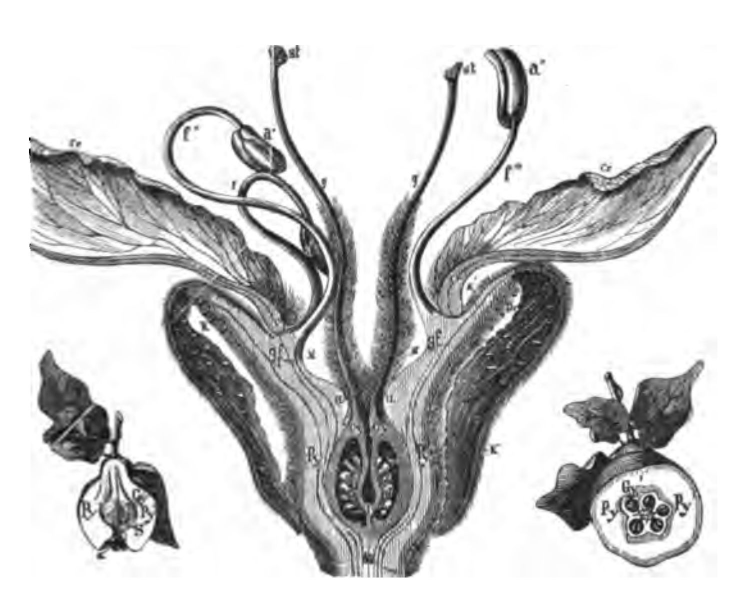


Fig. 80. Hauptbild: Senkrechter Durchschnitt durch eine empfängnißfähige Quittenblüthe. Ax — Oberes Ende des dünnen Blüthenstieles, der sich in das kesselartige Hypanthium Py Py erweitert, in welch letzterem die eigentlichen Fruchtknoten Gy Gy mit den Samenknospen S S liegen. K K — Kelchblätter, nach Abwärts zurückgeschlagen. Dr — Drüsenhaare auf der Unterseite der Kelchblätter. Cr Cr — Kronblätter. f' f'' f''' — Staubfäden in den aufeinanderfolgenden Stadien während des Oeffnens der Blume. a' a'' a''' — die zugehörigen Staubbeutel in den relativen Lagen vor dem Oeffnen der Staubfächer. g g — Griffel, st st — Narben, n n — honigabsonderndes Gewebe. N N — Honigbehälter. (Diese Figur ist doppelt so groß als die Blüthe in natura.)
Das Figürchen links unten zeigt den Längsschnitt, das Figürchen rechts dagegen den Querschnitt durch eine reife Quitte (stark verkleinert).
Py Py — das saftige Fruchtfleisch der Quitte, hervorgegangen aus dem zum Hypanthium erweiterten oberen Ende der Blüthenaxe. Gy' Gy' — das von reifen Samen erfüllte Kerngehäuse, bestehend aus 5 Fruchtknoten. (Nach Dobel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

steifen Filamente ganz auffallende Krümmungen ausführen, ehe der Pollen aus den Staubfächern tritt. Ja in vielen Fällen spielt auch die Elasticität der Filamenttheile eine bedeutende physiologische Rolle, wie wir bei Kalmia latifolia (Fig. 53 pag. 224) gesehen haben.

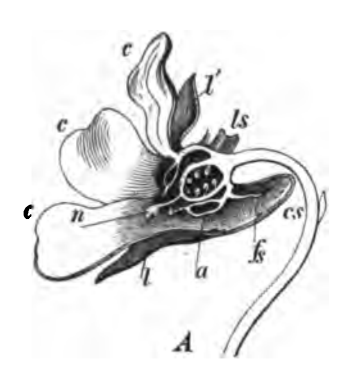
Der wichtigste Theil des ganzen Staubblattes ist aber der Staubbeutel oder die Anthere, Fig. 3 u. 4 auf Taf. VI. Es ist dies ein paariges Organ; die beiden Hälften desselben werden durch ein bandartiges oder säulenförmiges Gebilde, welches die Verlängerung des Filamenttheiles darstellt, von einander getrennt oder besser: mit einander verbunden. Rechts und links von diesem Band oder Connectiv (co in 4 Taf. VI) liegt nämlich je ein sackartiges Organ, ein Pollensack, der im unreifen Zustande des Staubblattes allseitig geschlossen ist und in zwei parallel verlaufenden Höhlungen die Pollenkörner birgt. Im unreifen Staubbeutel liegt also der Blüthenstaub in 4 längs verlaufenden Fächern, wie dies in Figur 4 Tafel VI noch ersichtlich ist. Bei den meisten Blüthenpflanzen öffnen sich die Staubsäcke je durch einen Längsriß, gewöhnlich derart, daß jederseits gleichzeitig beide Pollenfächer sich entleeren können. Durch Wasserabgabe gewisser Theile der Staubbeutelwand werden die der Länge nach zerschlitzten Wände nach Außen umgebogen, derart, daß die mit reifem, feuchtem und zusammenhängendem Pollen bedeckte Innenwand der Pollenfächer nun an das Licht und an die Luft gelegt werden, wobei selbstverständlich der Blüthenstaub jedem Eingriffe von Außen exponirt wird.

Bei der Bärentraube (Fig. 41 pag. 195) und der Kalmia latifolia (Fig. 53 pag. 224) öffnen sich die Antheren durch Löcher am obern Ende der Pollensäcke. Beim Sauerborn (Fig. 69) dagegen geschieht die Entleerung der Antheren durch Abheben von Klappen an der Staubbeutelwand und ähnlich verhält es sich bei den Lorbeergewächsen.

Wie bereits eingangs erwähnt, stehen die Staubblätter innerhalb der Krone und zwar, wie diese, meist im Kreise angeordnet. Bei vielen Monocotyledonen sind 2 mit einander alternirende Staubblattkreise vorhanden, von denen jeder 3 Blätter zählt, so daß in solchen Blüthen 6 Staubblätter innerhalb des Perigones stehen; so bei der Tulpe, Lilie, beim Schneeglöckchen, Maiglöckchen und einigen Gräsern. In andern Blüthen derselben Pflanzenklasse ist nur ein Staubblattkreis (mit 3 Blättern) vorhanden, so bei unsern einheimischen Getreidearten und bei den meisten Wiesengräsern.

Bei der größten Zahl der Dicotyledonen sind dagegen die Staubblattkreise 5-zählig, bald einzeln, bald zu zwei oder mehr vorhanden. Auch hier alternirt der äußere Staubblattkreis mit der ebenfalls 5-blätterigen Krone, so bei den Geranium-Gewächsen (Fig. 70), bei der Heidelbeere und Bärentraube (Fig. 41), bei der Alpenrose und den prächtigen Azaleen, bei den Schmetterlingsblüthen, wo allerdings in der Regel die Staubblätter der 2 Kreise mehr oder weniger mit einander in eine einzige Röhre oder Rinne verwachsen sind. Da wo bei den Dicotyledonen nur 1 fünf-blätteriger Kreis im Androeceum vorhanden ist, da wechseln die 5 Staubblätter meistens mit den 5 Kronblättern ab, so bei der Johannisbeere, bei der Glockenblume, beim Geisblatt, bei den Enzianen, bei den Doldenblüthigen, wohin der Kümmel, die Bärenklaue, Petersilie, der Pastinak, die Möhre und der Klettenkerbel zählen.

Manche Staubblätter dienen nicht allein zur Bildung des Pollens, sondern fungiren gleichzeitig als honigabsondernde Organe.



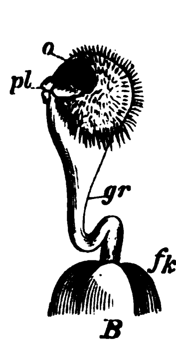


Fig. 81. Das dreifarbige Veilchen, Ackerveilchen, Stiefmütterchen, **Viola tricolor**.

A. Senkrechter Durchschnitt durch eine Blüthe der großblumigen Varietät, um die Einrichtungen zur Fremdbestäubung zu zeigen.

c, c, c — Kronblätter. l und l' — Kelchblätter.
n — Narbenkopf. a — Anthere (Staubbeutel).
fs — stabförmiger Staubblatt-Anhang, welcher Honig absondert, der sich im hohlen Sporn cs sammelt.
ls — grüner Anhängsel eines oberen Kelchblattes.

B. Der obere Theil des Fruchtknotens fk mit dem Griffel gr, der oben in ein hohles Gebilde, den sogen. Narbenkopf endiget. o — Oeffnung am Narbenkopf.
pl — lippenartiges Anhängsel am untern Rand der Narbenöffnung. (Stark vergrößert.)

Eines der schönsten Beispiele dieser Art liefert uns das Stiefmütterchen und Garten-Veilchen (Viola tricolor), dessen Liebesroman wir auf pag. 208—210 skizzirt haben. Von den 5 Staubblättern der Veilchenblüthe sind die zwei unteren (a in Fig. 81), welche am rinnenförmigen Eingang zum Honigsporn liegen, je mit einem stäbchenartigen Anhängsel (fs Fig. 81) versehen, welches Honig absondert, der in dem Sporn (cs) der Veilchenblüthe für langrüsselige Insekten aufbewahrt wird.

So unscheinbar diese als Nectarien fungirenden Gebilde der Staubblätter erscheinen mögen, so sicher ist, daß ohne ihr gesetzmäßiges Vorhandensein und ohne ihre regelmäßige Funktion die Fremdbestäubung und Samenbildung dieser Pflanzen sehr in Frage gestellt würden.

Bei den Storchschnabel- oder Geranium-Arten (Fig. 70) finden sich an der Basis der 5 äußeren Staubfäden wulstartige Gewebekörper, welche den Nectar absondern.

Und beim Stubentenröschen, Parnassia palustris (Fig. 68) sind sogar fünf Staubblätter in die seltsamen Nectar-Apparate verwandelt, die wir oben (pag. 269) genauer besprochen haben.

Aber damit sind noch nicht alle Missionen erschöpft, zu denen die Natur den Staubblatt-Apparat herangezogen hat. Bei manchen Pflanzen dienen die Staubfäden und Staubbeutel auch als Lockmittel für die farbenliebenden Insekten. In solchen Fällen sind dann die Staubfäden sowohl, als auch die Staubbeutel besonders gefärbt. Dies ist unter unseren einheimischen Pflanzen namentlich bei den Wiesenrauten (Thalictrum-Arten) und bei den männlichen Weidenkätzchen der Fall (Tafel VIII). Bei der akeleiblätterigen Wiesenraute (Thalictrum aquilegifolium L.) fehlt jede Spur von Kronblättern, ohne daß der Kelch ansehnlich und somit im Stande wäre, Insekten anzulocken, wie dies bei der Sumpfdotterblume der Fall ist. Da übernehmen denn die zahlreichen blaß lilafarbenen Staubfäden, die keulig verdickt sind und in der offenen Blüthe nach allen Seiten buschig ausstrahlen, die Funktion der lockenden Krone. Aehnliches gilt von den männlichen Blüthenkätzchen der Weiden am Bache, wo zahlreiche kleine Blümchen, denen ein farbiges Perigon fehlt, zusammengestellt sind in einen ansehnlichen Blüthenstand, aus welchem Hunderte und Tausende gelbgefärbter, langfädiger Staubblätter nach allen Richtungen divergiren, die gelben oder röthlichen Staubbeutel dem sonnigen Frühlingslicht und den schwirrenden und summenden Insekten der ersten Märztage auszusetzen. (Vergl. Taf. VIII.)

Aber auch in einer großen Zahl von andern Blüthen, die selbst mit farbenprächtiger und glänzender Blumenkrone ausgestattet sind, helfen die gelb oder rothgefärbten Staubblätter nicht unwesentlich, die brillirende Herrlichkeit der Blume zu erhöhen. Wir erinnern hier an manche Hahnenfußgewächse, an die Apfel-, Birn- und Quittenblüthe, an manche Steinbreche (Saxifrageen), an die Blüthen der Azaleen und der Alpenrosen-Arten, an die Wunderblumen der Cacteen (Cereus, Opuntia ꝛc.), an die Myrten-Gewächse und an den Zauber der wildwachsenden Rosen, die gerade durch ihre zahlreichen Staubblätter in Mitte der blaßrothen großen Kronblätter einen bestrickenden Reiz erhalten. Es sind dies die Camellien unserer wilden Feldhecken und des Waldrandes.

4. Der weibliche Geschlechtsapparat der Blume, das Gynaeceum.

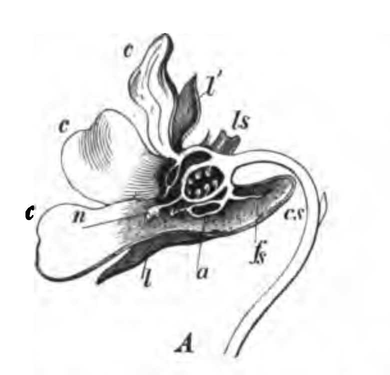
> Hymen schwebet herbei — — — — — — — —
> Nun vereinzelt schwellen sogleich unzählige Keime,
> Hold in den Mutterschoß schwellender Früchte gefüllt.
> Und hier schließt die Natur den Ring der ewigen Kräfte;
> Doch ein neuer sogleich fasset den vorigen an,
> Daß die Kette sich fort durch alle Zeiten verlängre
> Und das Ganze belebt, so wie das Einzelne sei.
> (Goethe, Metamorphose der Pflanzen.)

„Hier schließt die Natur den Ring der ewigen Kräfte" — Ja, so ist's: Den inneren Abschluß der Blüthe bildet das Sanctuarium der Fruchtblätter oder Carpelle,

Wie bereits eingangs erwähnt, stehen die Staubblätter innerhalb der Kro zwar, wie diese, meist im Kreise angeordnet. Bei vielen Monocotyledonen sind einander alternirende Staubblattkreise vorhanden, von denen jeder 3 Blätter zäh daß in solchen Blüthen 6 Staubblätter innerhalb des Perigones stehen; so be Tulpe, Lilie, beim Schneeglöckchen, Maiglöckchen und einigen Gräsern. In a Blüthen derselben Pflanzenklasse ist nur **ein** Staubblattkreis (mit 3 Blättern) vorha so bei unsern einheimischen Getreidearten und bei den meisten Wiesengräsern.

Bei der größten Zahl der Dicotyledonen sind dagegen die Staubblattkreise 5=zä bald einzeln, bald zu zwei oder mehr vorhanden. Auch hier alternirt der äußere St blattkreis mit der ebenfalls 5=blätterigen Krone, so bei den Geranium=Gewächsen (Fig. bei der Heidelbeere und Bärentraube (Fig. 41), bei der Alpenrose und den prächt Azaleen, bei den Schmetterlingsblüthen, wo allerdings in der Regel die Staubblä der 2 Kreise mehr oder weniger mit einander in eine einzige Röhre oder Rinne wachsen sind. Da wo bei den Dicotyledonen nur 1 fünf=blätteriger Kreis im Androece vorhanden ist, da wechseln die 5 Staubblätter meistens mit den 5 Kronblättern ab, bei der Johannisbeere, bei der Glockenblume, beim Geisblatt, bei den Enzianen, bei d Doldenblüthigen, wohin der Kümmel, die Bärenklaue, Petersilie, der Pastinak, d Möhre und der Klettenkerbel zählen.

Manche Staubblätter dienen nicht allein zur Bildung des Pollens, sonder fungiren gleichzeitig als **honigabsondernde Organe**.



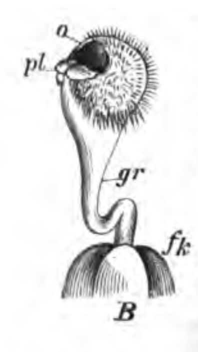


Fig. 81. Das dreifarbige Veilchen, Ackerveilchen, Stiefmütterchen, **Viola tricolor**.

A. Senkrechter Durchschnitt durch eine Blüthe der groß=blumigen Varietät, um die Einrichtungen zur Fremd=bestäubung zu zeigen.

c, c, c — Kronblätter. l und l' — Kelchblätter.
n — Narbenkopf. a — Anthere (Staubbeutel).
fs — stabförmiger Staubblatt=Anhang, welcher Honig ab=sondert, der sich im hohlen Sporn cs sammelt.
ls — grüner Anhängsel eines oberen Kelchblattes.

B. Der obere Theil des Fruchtknotens fk mit gr, der oben in ein hohles Gebilde, den kopf endiget. o — Oeffnung am Narb pl — lippenartiges Anhängsel am Narbenöffnung. (Stark vergröße

Eines der schönsten Beispiel dieser Art liefert uns das Stief=mütterchen und Garten=Veilchen (Viola tricolor), dessen Liebes=roman wir auf pag. 208—210 skizzirt haben. Von den 5 Staub=blättern der Veilchenblüthe sind die zwei unteren (a in Fig. 81), welche am rinnenförmigen Eingang zum Honigsporn liegen, je mit einem stäbchenartigen Anhängsel (fs Fig. 81) versehen, welches Honig ab=sondert, der in dem Sporn (cs) der Veilchenblüthe für langrüsselige Insekten aufbewahrt wird.

So unscheinbar diese tarien fungirenden Staubblätter erschein



[illegible] finden sich an der [illegible] welche den Kranz [illegible] und später zur Staub[illegible] wie wir oben (pag. [illegible]) genannt [illegible]

[illegible] die Blüthen erscheint, zu denen die Natur den [illegible] Bei manchen Pflanzen dienen die Staubfäden und [illegible] Insekten. In solchen Fällen [illegible] auch die Staubbeutel besonders gefärbt. Dies [illegible] bei den Wiesenrauten (Thalictrum-[illegible] Kätzchen der Fall (Tafel VIII). Bei der [illegible] Thalictrum aquilegifolium L.) fehlt jede Spur von Kron[illegible] somit im Stande wäre, Insekten anzulocken, [illegible] der Fall ist. Da übernehmen denn die zahlreichen [illegible] dicht sind und in der offenen Blüthe nach [illegible] die Funktion der lockenden Krone. Aehnliches gilt von [illegible] Weiden am Bache, wo zahlreiche kleine Blümchen, [illegible] zusammengestellt sind in einen ansehnlichen Blüthen[illegible] Tausende gelbgefärbter, langfädiger Staubblätter nach [illegible] die gelben oder röthlichen Staubbeutel dem sonnigen Frühlings[illegible] Insekten der ersten Märztage auszusetzen. [illegible] VIII.)

[illegible] in einer großen Zahl von andern Blüthen, die selbst mit farbenprächtiger [illegible] Blumenkrone ausgestattet sind, helfen die gelb oder rothgefärbten Staub[illegible] wesentlich, die brillirende Herrlichkeit der Blume zu erhöhen. Wir erinnern [illegible] manche [illegible], an die Apfel-, Birn- und Quittenblüthe, an manche [illegible] (Saxifrageen), an die Blüthen der Azaleen und der Alpenrosen-Arten, an [illegible] der Gärten (Cereus, Opuntia [illegible]), an die Myrten-Gewächse und an [illegible] der wildwachsenden Rosen, die gerade durch ihre zahlreichen Staubblätter in [illegible] der blaßrothen großen Kronblätter einen [illegible] Reiz erhalten. Es [illegible] unserer wilden Feldhecken [illegible]

4. [illegible]

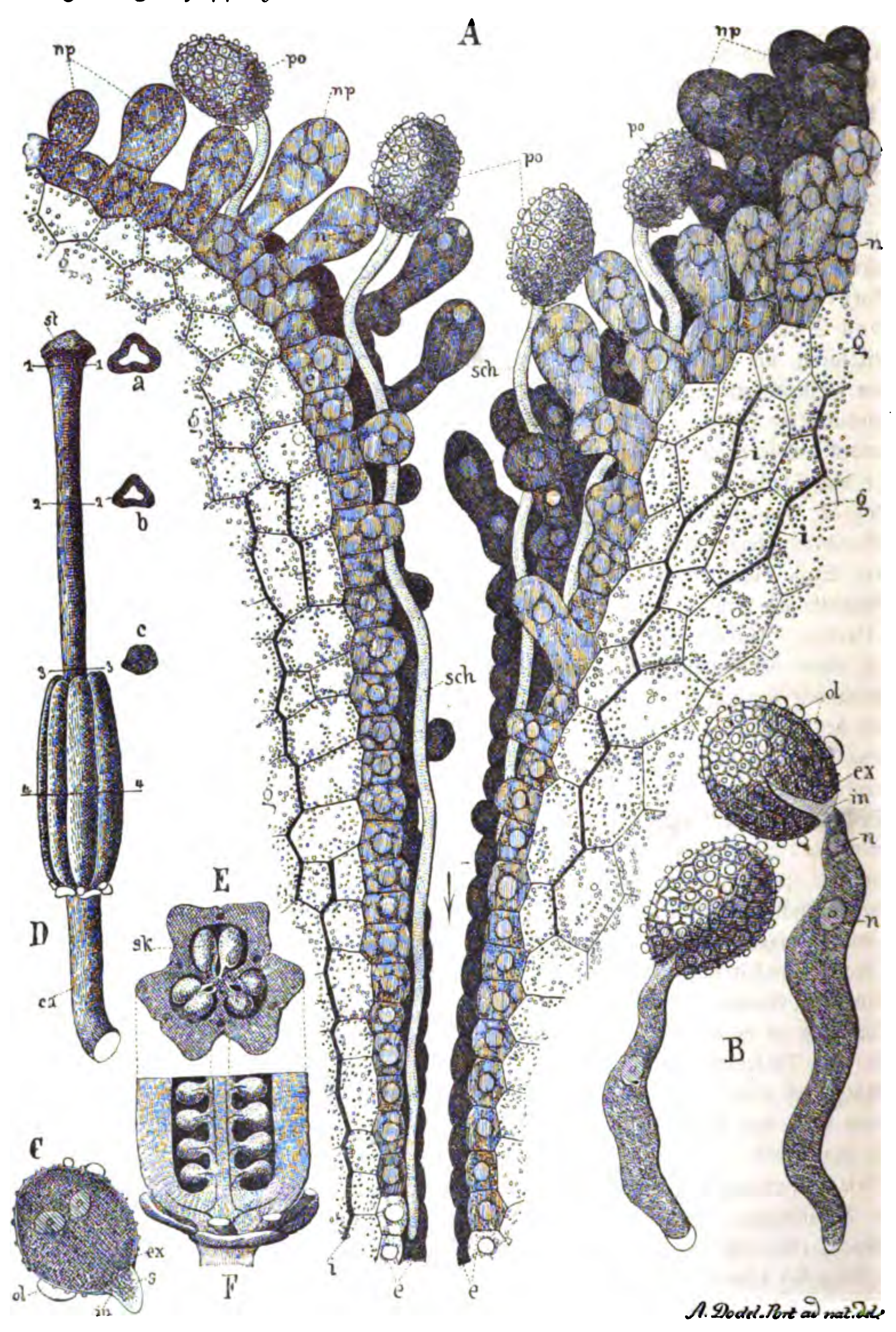


die Bildner und Behälter der Anfänge zu neuen Generationen. Wo diese Gebilde fehlen, da ist in der Blüthe keine Möglichkeit der Samenbildung und wo sie vorhanden sind, aber durch dieses oder jenes Verhängniß erkranken oder absterben, da geht die Pflanze ohne Kinder dahin. Die Fruchtblätter sind der wichtigste Theil der Blüthe; sie liegen daher auch am besten verborgen und nehmen das Centrum des Wunderbaues ein; wie könnte es anders sein? An ihrem Gedeihen hängt das Dasein der Pflanzenart.

Als vor Zeiten, da noch keines Menschen Fuß über die grünen Gefilde schritt, die Natur in der eigenartigen Anmuth nacktsamiger Pflanzen prangte, da waren die zarten und winzigen Gebilde, aus denen nach der Bestäubung die heranreifenden Samen hervorgingen, noch nicht eingehüllt in ein schützendes Gehäuse; sondern es waren die Samenknospen zur Zeit der Bestäubung ganz frei und nackt, auf eigenartigen Blättern liegend, der Berührung aller jener Körper ausgesetzt, welche auf den Flügeln des Windes einherschwebten und niederfielen auf jene Fruchtblätter. Wenig veränderte Nachkommen jener nacktsamigen Pflanzen vormenschlicher Zeiten sind bis auf unsere Tage gekommen, so die Cedern des Libanon, die Mammuthbäume Californiens, unsere Fichten, Kiefern und Weißtannen, die Eiben und Wachholder, die Cypressen und Lebensbäume, die Pinien des Südens und die Arve des Schnee-Region. Bei all diesen Pflanzen bilden die Fruchtblätter (Carpelle) oder weiblichen Geschlechtsorgane nicht ein geschlossenes Gehäuse, nicht einen Fruchtknoten, sondern zumeist Zapfen, an denen die einzelnen Fruchtblätter mehr oder weniger isolirt und frei stehen, ohne mit einander in ein einziges schützendes Gehäuse zu verwachsen.

Aber hiebei ist die Natur nicht stehen geblieben; sondern sie hat sich selbst verbessert und Neues geschaffen, Besseres und Vollkommeneres ins Dasein gerufen: die bedecktsamigen Gewächse (Angiospermen), zu denen die Monocotyledonen und Dicotyledonen gehören. Hier finden wir die Blätter des weiblichen Sexual-Apparates der Blüthe entweder in ein einziges oder in mehrere Gehäuse, in sogenannte Fruchtknoten (Ovarien) verwachsen, in deren ringsum geschlossener Höhlung wohlgeborgen die zarten Anfänge zu den Samen, die sogenannten Samenknospen an bestimmten Stellen, an einwärts vorspringenden Leisten oder im innern Winkel von dunkeln Fächern befestiget sind und des befruchtenden Einflusses harren, welcher ihnen nach stattgefundener Bestäubung durch die keimenden Blüthenstaubkörner werden soll. Bei den meisten Blüthenpflanzen findet sich im Centrum der Einzelblüthe nur ein einziger Fruchtknoten, der aus 1, oder 2, oder 3, 4, 5—10 oder noch mehreren mit einander verwachsenen Fruchtblättern besteht. Aber es gibt auch Blüthenpflanzen, bei denen jedes der mehreren Fruchtblätter für sich einen Fruchtknoten bildet, so daß solcher Gehäuse dann mehrere bis viele in einer und derselben Blüthe angetroffen werden, so bei unsern Hahnenfußgewächsen (Ranunculaceen), wohin alle Hahnenfuße, auch die Pfingstrose (Paeonia), die Küchenschelle (Pulsatilla), die Waldrebe (Clematis), der Rittersporn (Delphinium), der Eisenhut (Aconitum), die Christblume (Helleborus) und der Frühlings-Adonis (Adonis vernalis) gehören.

In einer hoch differenzirten Blüthe, wie wir sie z. B. bei der Türkenbund-Lilie (Lilium Martagon) Taf. VI und VII antreffen, besteht der weibliche Geschlechtsapparat aus einem mehr oder weniger großen Fruchtknoten, einem auf dem Scheitel des letzteren stehenden Griffel (in Taf. VII von 1—1 bis 3—3 in Fig. D) und einer am obern Ende des Griffels stehenden Narbe (st in D Taf. VII.).



Keimschläuche von Pollenkörnern auf den bestäubten Narben der Türkenbund-Lilie.

Der Fruchtknoten (Ovarium) ist, wie der Name sagt, meist ein knotenartig verdicktes Organ, bald kugelig, bald eiförmig, bald langgestreckt, bohnen- oder schotenartig, bald kreiselförmig, bald säulenartig. Im Querschnitt (Fig. E Taf. VII) zeigt er seine Theilung in Fächer oder Kammern, woselbst die Samenknospen (sk in E Taf. VII) an bestimmten Stellen der Innenwand fixirt sind. Je nach der Anzahl der Fruchtblätter, aus denen der Fruchtknoten aufgebaut ist und nach der Art ihres Verwachsenseins erscheint das Gehäuse bald 1-, bald 2-, bald 3- oder mehrfächerig oder mehrkammerig. In allen Fällen dient der Fruchtknoten als Bildungs- und Schutzorgan der Samen-Anlagen oder Samenknospen und nach stattgehabter Befruchtung als Schutzorgan für die langsam heranreifenden Samen. In vielen Fällen wird ein Theil des Fruchtknotens während dieser Zeit saftig, um Thiere anzulocken und indirekte zur Verbreitung der Samen zu veranlassen. In andern Fällen wird ein Theil des Fruchtknotens hart, trocken-holzig, spröde, wodurch die reifen Samen vor Nachstellungen von Seite gefräßiger Thiere geschützt werden. Wiederum in andern Fällen bekleidet sich der Fruchtknoten an seiner Oberfläche mit Stacheln, Haaren, Warzen, Haken u. drgl., wodurch sich die reife Frucht, zu der sich der Fruchtknoten sammt seinem Inhalt umbildet, an Thierkörpern, die mit ihm in Berührung kommen, festheftet, um wie Kletten weiter getragen und gelegentlich an anderer Stelle abgestreift und ausgesäet zu werden (Beispiele: Datura Stramonium, der Stechapfel; die Frucht von Cynoglossum (Hundszunge), von der wilden Möhre, Daucus Carola). Andere Einrichtungen des zur Frucht heranreifenden Fruchtknotens müßten in einem besonderen Kapitel über die Verbreitungsmittel der reifen Früchte und Samen behandelt werden, an dieser Stelle haben wir das Hauptgewicht auf die Funktionen des Fruchtknotens während der Entwicklung der Blüthe und während der Befruchtung zu legen, und diese sind, wie oben bemerkt, die Bildung und Beherbergung der Samenknospen.

Der Griffel (Stylus) ist die verjüngte, dünnere, säulenartige, meist cylindrische Verlängerung des eigentlichen Fruchtknotens (in Taf. VII Fig. D von 1—1 bis 3—3) und dient der Zuleitung der Pollenschläuche von der entfernten Narbe zum engern Behältniß der Samenknospen. Er ist bald kurz, bald lang, bald gerade, bald gebogen und gesetzmäßig gekrümmt: alle diese Variationen erscheinen aber meist mit gesetzmäßiger Regelmäßigkeit und stehen meist in nachweisbarem Zusammenhang mit der Ausstattung und den Gewohnheiten des Insektes, welches bei der betreffenden Pflanze die Fremdbestäubung zu vermitteln gewohnt ist.

Bei der Türkenbundlilie (Taf. VI und VII) ist der Griffel im ersten Stadium, da die Blüthe sich öffnet, gerade; nach und nach krümmt er sich aber derart, daß sein oberes Ende mehr und mehr dem einfallenden Lichte zugewendet wird, er ist heliotropisch (Taf. VI. Fig. 2 st).

Diese Krümmung des Griffels ist keine nutzlose, sondern dient in vorzüglicher Weise zur Begünstigung des Erfolges honigsuchender Insekten; denn der langrüsselige Taubenschwanz (Macroglossa stellatarum), der im Sonnenlicht von Blume zu Blume schwärmt, folgt bei seinem Geschäfte der Richtung des einfallenden stärksten Lichtes und wird um so sicherer an der Narbe (st Fig. 2 in Taf. VI) die Fremdbestäubung vollziehen, je mehr ihm durch die eigenthümliche Krümmung des Griffels die empfängnißfähige Narbe entgegengetragen wird.

Aehnlich verhält es sich mit der Abwärtsbiegung der drei Griffel am Fruchtknoten der Passionsblume (Fig. 54 und 55), wobei die Narben in eine Lage gebracht werden, die sich im Rayon der geöffneten Staubbeutel befindet.

Beim Stiefmütterchen und Penseé (Fig. 81) ist der Griffel (gr in B) ebenfalls ganz eigenartig gekrümmt und auch hier dient die Krümmung in wunderbar vollkommener Weise der Begünstigung des Bestäubungsvorganges.

Der Griffel ist bald hohl, bald solid. In ersterem Fall, wie z. B. beim Veilchen (Fig. 81, gr in B) wachsen die von der Narbe herabreichenden Pollenschläuche auf der Innenwand des hohlen Griffels abwärts bis zum Fruchtknoten-Innern. Wenn dagegen der Griffel ein solider Gewebekörper ist, so müssen die Pollenschläuche von der Narbe aus in das lebendige Griffelgewebe hineinwachsen und weiter schreitend vor sich her immer die im Wege stehenden Zellen des Gewebes auflösen.

Am obern Ende ist der Griffel meistens verdickt (Taf. VII. D bei 1—1). Er trägt dort die eigenartig entwickelte Narbenfläche (st in D Taf. VI). Ohne Zweifel verdankt dieses Organ seinen Namen dem eigenartigen Aussehen; in der That ist die Narbe (das Stigma) bei vielen Blüthen so beschaffen, wie eine vernarbende Wunde am thierischen Körper; aber sie ist weit davon entfernt, eine pathologische Erscheinung zu sein, im Gegentheil ist sie die Vermittlerin von Vorgängen, die eher ein Uebermaß von Gedeihen und Lebenskraft, als wie einen krankhaften Vorgang bedeuten. Die Narbe ist das äußere Empfängnißorgan des weiblichen Sexualapparates und nimmt bald eine größere, bald eine kleinere, bald eine linienförmige, langgestreckte, bald eine kreisrunde, bald eine ringförmige, bald eine cylindrische Fläche am obern Griffelende ein. Ihr charakteristisches Merkmal besteht in der eigenartigen Entwicklung der Epidermis und ihrer Gebilde. Während der Griffel in der Regel an seiner Außenfläche von einer glatten, meist haarlosen Epidermis (Oberhaut) bedeckt ist, erscheint die Narben-Oberfläche rauh, uneben, mit mikroskopisch kleinen Wärzchen (Papillen), Zäpfchen oder mit feinen Haaren bewaffnet. Langbehaart erscheinen die Narben der Gräser, die nicht selten ein federartiges oder sprengwebelförmiges Aussehen haben. Hier dienen die langen Narbenhaare als Fangorgane zum Festhalten der trockenen Blüthenstaubkörner, welche aus den herabhängenden Staubbeuteln der höheren Blüthchen vom Wind und von der Schwerkraft hinübergetragen werden in die Atmosphäre der weiblichen Blüthentheile. Wenn am windstillen Sommermorgen die warmen Sonnenstrahlen in das ruhige Aehrenfeld der blühenden Roggensaat einfallen, so werden in kurzer Zeit zahllose Staubbeutel an's Licht gelockt und hier, außerhalb der Blüthenspelzen zum Aufspringen gebracht. Ein schwacher Windhauch genügt, um mit einem Male Millionen trockener Blüthenstaubkörnchen aufwirbeln zu machen. Die ganze Atmosphäre des wogenden Roggenfeldes wird von Myriaden Pollenkörner durchjagt. Hiebei gelangen selbstverständlich manche der mikroskopisch kleinen Körner auch in die Nähe der federartig behaarten Narben und werden hier von den Fanghaaren festgehalten, um zur Befruchtung herbeigezogen zu werden.

Bei den insektenblüthigen Pflanzen dagegen sind meistens die Auswüchse der Narbenoberfläche weniger lang: am häufigsten sind sie warzen- oder zäpfchenartig, wie wir dies bei der Türkenbundlilie (Taf. VII Fig. A, np np) dargestellt haben. In all diesen Fällen ist die Narbenfläche zur Zeit, da sie bestäubt werden soll, feucht, von einer Schichte zäher, mehr oder weniger klebriger Flüssigkeit bedeckt, welche in hohem Grade

dazu beiträgt, Pollenkörner, die durch irgend einen Eingriff, z. B. durch honigsuchende Insekten an der feuchten Narbenfläche abgestreift werden, festzuhalten und tiefer und tiefer zwischen den Narbenpapillen (np np Fig. A auf Taf. VII.) hinunterzuziehen.

Hier gelangen also die Pollenkörner nicht nur mit den Auswüchsen der Narben-Epidermis, sondern auch mit der Narbenfeuchtigkeit in Berührung: sie quellen nun auf, indem sie von der Narbenflüssigkeit ein größeres oder kleineres Quantum in sich aufnehmen und zwar so lange, bis die äußere, derbere Haut des Pollenkornes sich entweder durch einen Riß oder durch ein Loch öffnet, während die innere, zartere Haut des Blüthenstaubkornes in Form einer Warze (in und s in C Taf. VII) sich Ausdehnung verschafft. Jene Warze vergrößert sich nun in der Folge: das Pollenkorn bildet nach und nach einen Schlauch (sch in A Taf. VII), der von der Narbenfläche aus abwärts in den Griffel und zuletzt bis zum Fruchtknoten hinunter wächst, um dort eine Samenknospe zu erreichen und im Inneren der letzteren die eigentliche Befruchtung der dort geborgenen Ei-Zelle vorzunehmen und diese anzuregen, sich weiter zu entwickeln und ein neues Pflänzchen, den Embryo, zu bilden.

Je zahlreicher die Samenknospen, die sich in einem Fruchtknoten befinden, desto zahlreichere Pollenschläuche sind nothwendig, um jene zu befruchten; denn der einzelne Pollenschlauch ist nicht im Stande, mehr als eine einzige Samenknospe zu befruchten. Darum finden wir bei Pflanzen, in deren Fruchtknoten eine große Menge von Samen angelegt werden, eine mächtig ausgebreitete Narbenfläche. Wir erinnern hiebei an die scheibenförmige, strahlig gezeichnete Narbe der Mohnblüthe und an die ähnliche Narbe der weißen und der gelben Seerose (Nymphaea alba und Nuphar luteum).

Auch bei unseren Frühlingsprimeln sind die runden kopfartigen Narben am obern Ende des dünnen Griffels verhältnißmäßig stark entwickelt: auch hier finden sich in jedem Fruchtknoten zahlreiche Samenknospen.

Wenn auch bei manchen insektenblüthigen Gewächsen der Griffel sehr kurz oder gar vollständig unterdrückt ist, so fehlt im functionsfähigen Gynaeceum doch der Fruchtknotentheil und die Narbe niemals. Griffel und Narbe gehen nach Erfüllung ihrer Mission, d. h. nach stattgehabter Befruchtung, zu Grunde, während der Fruchtknoten sammt seinem Inhalt sich zur eigentlichen Frucht heranentwickelt, Samen ausreifend, welche in ihrem Inneren ein junges Pflänzchen, einen Embryo enthalten, das wichtigste Produkt der geschlechtlichen Befruchtung. In der Bildung der reifen Samen ist der Existenz der nächsten Generation in erster Bedingung Genüge geleistet. Das im reifen Samen eingeschlossene junge Pflänzchen ist ein schlummernder Säugling, der erst nach stattgehabter Samen-Aussaat, beim Keimen, sich zu regen beginnt und — die Samenschale sprengend — ans Tageslicht tritt. Die mütterliche Pflanze gibt ihrem Kinde meistens noch ein größeres oder kleineres Quantum von Reserve-Nahrungsmitteln: Stärkemehl, Oele, Eiweißsubstanzen mit auf den Weg. Wohl dem schwachen Säugling, wenn er nicht nur das besitzt, sondern beim Zeugungsakt Stoffe von zwei verschiedenen Pflanzenstöcken oder doch zum mindesten von verschiedenen Blüthen in sich gelegt erhielt. Er wird sich kräftiger entfalten, als wenn er das Produkt einer Selbstbefruchtung ist.

Wir glauben, im Vorstehenden die Hauptaufgabe des Gynaeceums genügend skizzirt zu haben. Noch bleibt zu erwähnen, daß der Fruchtknoten bei manchen Blüthen auch zugleich honigabsonderndes Organ ist, so bei den Doldenblüthlern (Umbelliferen) und bei den Saxifrageen (Steinbrecharten), wo der Honig auf einer Scheibe abgesondert wird, die den Scheitel des Gynaeceums einnimmt. (Vergl. Fig. 66 und 67).

Honigdrüsen und Honigbehälter, der Göttertrank „Nectar."

— — — Sie sind voll Honig, die Blumen;
Aber die Biene nur findet die Süßigkeit aus.
— — Und der rohe Timanth ergriff mich und sagte: Die Hummeln
Forschen des herrlichen Kelches süße Geheimnisse wohl?

(Goethe.)

Wenn ich dem „Nectar" und seiner Bedeutung im Liebeleben der Blumen einen besondern Abschnitt widme und es nicht für genügend erachte, in den bisher behandelten Kapiteln gelegentlich auf denselben hingewiesen zu haben, so drängt mich hiezu eine wunderliche Erscheinung auf dem Streitfelde gelehrter Forscher und Propheten, ein Phänomen, das mich unwillkürlich an jene Tage erinnert, da die zur — philosophischen Weltmacht gewordene Darwin'sche Theorie lange Zeit an allen Enden bekämpft und bestritten wurde, bis ein Gegner nach dem andern entwaffnet und überwunden die Wahlstatt verließ. Damals — es war nicht etwa bloß während des ersten Decenniums jener Theorie, sondern noch im zweiten Jahrzehnt des Darwinismus, d. h. anfangs der Siebziger Jahre — damals prophezeite jeder unberufene Philister dem „Hirngespinnst" Darwins ein kurzes Leben und sehr baldigen Untergang; damals hat die Opposition auch am Verfasser dieses Buches sein Müthchen gekühlt, weil er es wagte, den Descendenz- und Zuchtwahl-Gedanken Darwins froh und frei, furchtlos und „keck" auf den Katheder zweier unter demselben Dache wohnender Hochschulen zu bringen und der academischen Jugend zu zeigen, wie Darwin forscht und Schlüsse zieht und wie seine Gegner fechten. Ja damals — es sind kaum 8 Jahre her — glaubten gar Viele, die da am Sitze der freisinnigsten Universität Europas wohnen —, man werde leichtes Spiel haben, die Träger und Verkündiger des wissenschaftlichen Gedankens durch Einschüchterungen mundtodt zu machen. Selbst die französische Academie hat damals den letzten Versuch gewagt, mit dem Darwinismus für alle Zeiten tabula rasa zu machen und ihn als unwürdiges Tages-Tractandum unter den Tisch zu wischen. Emil Blanchard, wenn ich nicht irre — heute Präsident der Academie der Wissenschaften zu Paris, behauptete selbst im Jahr 1874 noch unerschrocken, daß alle Pflanzenarten und Thier-Species ewig unveränderlich seien; der Academiker nannte den armen Darwin einen liebenswürdigen Träumer („aimable rêveur") und die ganze Abstammungslehre einen kleinen Roman („tout un petit roman"), verfaßt von einem „fürchterlichen" Gelehrten mit „fixen Ideen". Der damals gestellte Antrag eines andern Mitgliedes der Academie, man möge den geistreichen und vielgefeierten Darwin zum Ehrenmitglied der Academie ernennen, fiel glänzend durch — die französische Opposition hatte über den Darwinismus in der Academie gesiegt — aber für wie lange? — — Der Leser kennt die Thatsache, daß die junge lebenskräftige Generation der heutigen Naturforscher zu 99 von hundert Theilen entschiedene Anhängerin und furchtlose Bekennerin des Abstammungs-Gedanken ist und daß sich heute ein Naturforscher als Gegner der Descendenz-Theorie unter den andern so ungefähr ausnehmen würde, wie eine weiße Krähe unter schwarzen Raben. Die Logik und die Macht der Thatsachen haben über den hergebrachten Dogmatismus gesiegt und heute würde sich vielleicht auch ein Mitglied der Academie zweimal besinnen, ehe es noch-

mals ernstlich versuchen wollte, dem Descendenz-Gedanken weiterhin zu widersprechen. Die Furcht, sich lächerlich zu machen, erstickt jede weitere Lust am unnützen Plaudern.

Nun tritt gegenüber der neuern Blumen-Philosophie, die hauptsächlich in England, Deutschland und Italien seit circa 1½ Jahrzehnten emsig gepflegt und ausgebaut wird, von französischer Seite eine wunderliche Opposition auf den Kampfplatz und im Grunde sind auch diesmal die Waffen, mit denen die streitbaren Franzosen ins Feld rücken, dieselben, wie damals, als Darwin vernichtet werden sollte. Für den objectiven Zuschauer, als welcher doch wohl der Schweizer zwischen Gallier und Germane gelten darf, wird es nicht unschwer sein, auch diesmal den Ausgang des Gelehrtenstreites richtig vorauszusehen: Die Blumentheorie von Sprengel-Darwin-Müller-Delpino wird siegen und Gaston Bonnier, der von der Academie protegirte französische Haupt-Opponent, wird unterliegen.

Zum Verständniß des höchst interessanten und stellenweise auch recht amüsanten Streites mögen in erster Linie einige historische Notizen beitragen. Genauer betrachtet ist der Streit um die Bedeutung der Nectarien nur eine andere Form des Streites über die ganze moderne Blumen-Philosophie und in letzter Instanz um einen der wichtigsten Eckteine am gewaltigen Baue der Abstammungslehre. Es verlohnt sich also sonder Zweifel, die Streitpunkte etwas genauer zu besehen und die alten verrosteten Waffen aus der Rüstkammer der antiquirten Weltanschauung zu durchmustern.

Ein Gelehrter des 17. Jahrhunderts, Marcellus Malpighius, war es, der anno 1675 zum ersten Mal in einläßlicherer Weise von den honigabsondernden Organen der Pflanzen spricht. Doch sind die brauchbaren Resultate seiner Beobachtungen und Auseinandersetzungen nicht sehr ergibig ausgefallen.

Erst im Jahr 1720 wird von Pontedera in seinen Dissertationes botanicae die Ansicht ausgesprochen, daß der Honig von den Blumen ausgeschieden werde, um den Embryo zu ernähren, d. h. also das im Samen (innerhalb des Fruchtknotens) eingeschlossene junge Pflänzchen zu kräftigen. Diese Ansicht Pontederas wurde auch von Linné in seiner Abhandlung über die Nectarien (Nectaria florum) 1763 beifällig aufgenommen und wenn auch nicht unbedingt und nicht ohne Rückhalt, doch in der Hauptsache acceptirt. Ich bitte den freundlichen Leser, diese beiden Namen Pontedera und Linné sammt den Jahrzahlen 1720 und 1763 sich wohl zu merken; sie bedeuten in der Entwicklungsgeschichte der Nectarien-Philosophie die ersten Marksteine, auf denen heute, nach 162 resp. 119 Jahren, der Hauptkämpe unter den französischen Opponenten der Blumentheorie, nämlich Gaston Bonnier seine beiden Füße ausruhen läßt. Dem großen Linné gebührt nebst andern unsterblichen Verdiensten auch der Ruhm, für die honigabsondernden Organe den poetischen Namen „Nectarium" eingeführt zu haben.

Ein anderer bedeutender Botaniker des achtzehnten Jahrhunderts, J. G. Koelreuter beschäftigte sich ebenfalls mit dem Honigsaft der Blumen und stellte genauere Untersuchungen über die Zusammensetzung des Nectars an. Gestützt auf die Resultate seiner Beobachtungen gelangte Koelreuter zu dem Schluß, daß der Honigsaft der Blumen von den Bienen zur Bereitung des Wabenhonigs gesammelt werde. Er ist der erste Gegner der Pontedera'schen Honigtheorie und muß als erster nennenswerthe Vorläufer der modernen Blumentheorie betrachtet werden.

Aber der Hauptopponent des Pontedera'schen Paradoxons trat erst im Revolutions-Zeitalter auf den Plan: es war der Begründer der modernen Blumentheorie, Christian

Konrad Sprengel, ein sonderlicher Kauz, ein gottbegeisterter Freund der Natur, ein scharfer Beobachter und feiner Denker, der lieber in Feld und Wald herumstrich, als am Sonntagsmorgen die Kirchen besuchte und nun im Jahr 1793 sein Hauptwerk publicirte: „Das entdeckte Geheimniß der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen.“ Dieser Sprengel fand zuerst, worin die Aufgabe der Nectarien bestehe; er entdeckte zuerst, daß alle diejenigen Blüthen, die Honigsaft enthalten, von Insekten besucht und hiebei bestäubt werden, indem jene naschenden Thierchen den Saft verzehren.

Aber der arme Konrad Sprengel ward verkannt und vergessen. Warum mußte er ein halbes Jahrhundert zu früh geboren werden? Warum strich er lieber in den blumigen Fluren umher, anstatt die Kirchen zu besuchen? Warum ließ er sich durch seinen scharfen Verstand und sein logisches Denkvermögen zu ketzerischen Ideen verleiten, die bei der damals herrschenden allmächtigen Linné'schen Schule nur auf Widerspruch gerathen mußte? Warum zerfiel er einerseits mit der Kirche, anderseits mit den Dogmatikern der starren Wissenschaft? — Kein Sterblicher wandelt ungestraft unter den Palmen, noch weniger unter den stillen und doch so viele Geheimnisse offenbarenden Blumen. Und das Finden neuer Wahrheiten ist zu gewissen Zeiten ein Verbrechen, auf welches die Verfolgung und der Tod, oder die Vernichtung durch das absichtliche Todschweigen gesetzt ist. Nicht die Religion hat die größten Märtyrer, sondern die Wissenschaft und Wahrheit ist gefolgt von den edelsten aller Opfer, welche dem lebendigen Gedanken dargebracht wurden. Konrad Sprengel sank unbeachtet ins Grab und über seinem Staube gingen mehr als 3 Jahrzehnte dahin, ehe das Unsterbliche seiner Arbeit zur kräftigen Saat emporschoß und aufblühte zum Wunderbau, einer Blume vergleichbar, würdig von Dichtern verherrlicht zu werden.

Im Jahr 1833 publicirte J. G. Kurr eine Arbeit über die Bedeutung der Nectarien in den Blumen, worin der Verfasser sich sowohl gegen das Paradoxon von Pontedera und Linné, als auch gegen die Sprengel'sche Auffassung äußerte. Er stellte vielmehr eine neue Theorie über die Bedeutung des Honigsaftes der Blüthen auf, die uns noch absonderlicher erscheint als die Pontedera'sche Ansicht. Er verglich die Honigabscheidung einem Vorgang im menschlichen Körper, den ich hier aus zarter Rücksicht auf die Leserinnen meines Buches nicht nennen will. Es genüge zu wissen, daß diese gelehrte Dissertation Kurr's auf die Fortschritte in der Kenntniß fraglicher Blumenorgane keinen nennenswerthen Einfluß auszuüben vermochte.

Dasselbe muß gesagt werden von dem, was der geistreiche Lorenz Oken im Jahr 1839 von den Nectarien der Blumen schrieb, da er geneigt war, die honigabsondernden Organe als verkümmerte Staubgefäße zu erklären.

Erst im Jahr 1848 erschien die erste anatomische Untersuchung der Nectarien in Form einer Doctor-Dissertation des Botanikers R. Caspary, betitelt „De Nectariis“. Dieser Forscher unterschied nach Standort und Aussehen der betreffenden Organe nicht weniger als 65 Arten von Nectarien. Aber über die physiologische Bedeutung derselben wußte er ebenfalls keine sicheren Aufschlüsse zu geben, wenngleich er die sämmtlichen Nectarien gestützt auf ihr anatomisches Verhalten und ihre Funktionen „Drüsen“ nannte. Die Bedeutung des Honigsaftes als Lockmittel für Insekten, welche die Fremdbestäubung zu vollziehen haben, lag ihm ferne. Er nennt die Frequenz der honigsuchenden Bienen und die Abgabe des Honigsaftes von Seite der Blumen an die naschenden Insekten eine nebensächliche Erscheinung, eine Gewohnheit von untergeordneter Bedeutung.

Aber mit dem Wiedererwachen der seit einem halben Jahrhundert schlafenden Abstammungslehre, die von Lamarck begründet (1809) und von Charles Darwin 1859 auf das Siegespanner der modernen Biologie gezaubert wurde, mit dem Triumphzug des Abstammungsgedankens wurde auch der Siegesgang der Sprengel'schen Blumentheorie inaugurirt. Das Unsterbliche des seligen Konrad Sprengel ward aus dem Grabe gehoben und erstand zu neuem Leben.

Charles Darwin war es, der im Jahre 1859 mit seinem Hauptwerk von der „Abstammung der Arten" nicht allein die Lamarck'sche Abstammungslehre, sondern auch die Sprengel'sche Blumentheorie, welche beide ein halbes Jahrhundert lang todtgeschwiegen wurden, wieder auf das Forum des Intellektes brachte. Rasch folgten sich in den sechziger und siebziger Jahren die neuen Arbeiten über die Bedeutung der Blumentheile und ihrer Anordnung, und an Tausenden von Beispielen lebendiger Pflanzen ward nachgewiesen, welch ein Zusammenhang und welch eine Wechselbeziehung zwischen Blumen und Insekten bestehe. Die Forschungs-Resultate von Darwin selbst, von Hildebrand, Hermann Müller, Frederico Delpino, A. Kerner und Andern brachten eine Unmenge von Details aus den verschiedensten Blumen an's Tageslicht, die Alle nur eine Bestätigung des einen großen Gedankens bedeuteten, wonach die Blumen mit Farbenpracht, Aroma und Honig nichts Anderes sind, als die Züchtungsresultate der nach Honig und Pollen suchenden, blumenliebenden Insekten und daß hinwieder die leibliche und intellektuelle Ausstattung der honigsaugenden Insekten in Wechselbeziehung steht zur Gestalt und Funktion jener Blüthen, welche ihnen den Honig als Nahrung darbieten.

So erscheint denn das Nectarium als Vermittler zwischen den Geschlechtsbedürfnissen der Blume einerseits und den Nahrungsbedürfnissen der honigsaugenden Insekten anderseits. Der Honigsaft ist das Opfer, welches die Blume dem saugenden Schmetterling oder der Biene als den Priestern und Priesterinnen der Blumen darbringt. Es wäre eine durchaus falsche Auffassung und eine total unrichtige Ausdrucksweise, wenn wir sagen wollten, daß die Blume den Honig ausscheide, damit die Insekten nicht verhungern müssen; denn kein Organismus, kein Thier und keine Pflanze ist so uneigennützig, Kraft und Stoffe zu verschwenden, welche andern Pflanzenarten oder gar andern Thierspecies zum Gedeihen und Wohlbefinden dienen könnten, ohne dem Opfernden selbst Nutzen zu bringen. Alles, was die Pflanze oder was das Thier gesetzmäßig hervorzubringen pflegt, dient in erster Linie dem betreffenden Organismus, sei es dem einzelnen Individuum, sei es der ganzen Art oder Species, zum Nutzen, und selbst dort, wo das Gegentheilige, d. h. der Nutzen des Andern augenfällig vorzuliegen scheint, zeigt eine genauere Prüfung, daß das Hauptmotiv alles Hervorbringens im Thier- und Pflanzenleben immer der eigene Nutzen ist.

Die Blumen sondern durch ihre Honigdrüsen kostbare Säfte, den zuckerhaltigen Nectar, ab, weil dadurch Insekten angelockt und zum Saugen eingeladen werden, wobei der Blume selbst von Seite des Fremdbestäubung vermittelnden Insektes der größte Dienst geleistet wird.

Wenn die Pflanzen bewegliche Füße oder Flügel hätten, so daß sie sich zur Zeit der Geschlechtsreife in ähnlicher Weise wie die Thiere aufsuchen und gegenseitig nähern könnten, so würden sie gewiß in ihren Blüthen den Insekten nicht so gesetzmäßig Honig darbieten, wie es jetzt geschieht; sie würden dann der Beihülfe der Insekten entbehren können und honiglos bleiben.

Andererseits läßt sich mit derselben Gewißheit behaupten, daß die Blumen der höhern Pflanzen nicht so regelmäßig von Insekten besucht würden, als es jetzt geschieht, wenn die Insekten nicht regelmäßig in den Blumen Nahrung zu finden gewohnt wären, wenn also die Honigabsonderung unterbliebe. Dieser Satz ist durch die Erfahrung bewiesen. Alle jene Pflanzen, deren Blüthen keinen Honigsaft darbieten, wie die Brennnessel, der Hanf, der Haselstrauch, die Erle, Birke, Buche, Eiche, die Getreidearten und die wildwachsenden Gräser — werden zur Zeit der Blüthe von Insekten ganz vernachlässiget. —

Wir können uns also kurz dahin ausdrücken:

Der Honigsaft wird mittelbar um der Fremdbestäubung willen ausgeschieden.

Er wird dem Bestäubungsvorgang dienstbar, indem er von Insekten gesaugt wird.

Die Nectarien sind somit als honigabsondernde und Bestäubung begünstigende Organe ohne Weiteres „secundäre Geschlechtscharaktere" von hoher physiologischer Bedeutung zu nennen.

Ehe wir nun näher auf das Paradoxon des seligen Pontedera und seines in Gaston Bonnier erstandenen Nachfolgers eintreten, muß uns der freundliche Leser gestatten, erst noch einige Erläuterungen über das Wesen der Nectarien in morphologischem und anatomischem Sinne zu geben:

Die Nectarien der Blüthen erscheinen, morphologisch betrachtet, nicht etwa als selbständige Blüthentheile, wie dies die Kelchblätter, die Krone, das Androeceum und das Gynaeceum sind, sondern sie stellen in dem meisten Fällen nur kleinere Theile von andern Organen der Blüthe dar, wo sie — oberflächlich betrachtet — nur ein unscheinbares Aussehen, meist auch eine sehr geringe Größe besitzen und daher oft nicht leicht zu finden sind. Nur in verhältnißmäßig wenigen Fällen sind die Nectarien ganzen Blumenblättern oder ganzen Staubgefäßen gleichzusetzen und machen sich dann schon durch Größe und Gestalt als modificirte Blätter bemerkbar, wie wir oben bei der Christblume (Fig. 74) und beim Studenten-Röschen (Fig. 68) gesehen haben.

Bei der Linde fungiren die Kelchblätter als Nectarien, ohne hiebei ihre Gestalt und Funktion als Kelchtheile eingebüßt zu haben. Bei den gelbblühenden Hahnenfußarten ist das Nectarium ein kleines Schüppchen am Grunde der goldglänzenden Blumenblätter. Beim Rittersporn (Delphinium) findet sich die Honigdrüse in dem Sporn der Blumenkrone; bei dem Veilchen an stäbchenförmigen Anhängseln der Staubbeutel, vom Sporn des untersten Blumenblattes eingeschlossen. Bei den Geranium-Arten sind die Nectarien, wie wir oben gesehen haben, als kleine Gewebewülste am Grunde der äußeren Staubfäden wahrzunehmen und bei der Sumpfdotterblume (Caltha), beim zierlichen Bitterklee (Menyanthes trifoliata) und bei manchen Enzian-Arten (Gentiana) finden sich die Nectarien am Grunde der Fruchtknoten. In besonderen Furchen und sogar in inneren Spalten der Fruchtknotenwand wird der Honigsaft ausgeschieden bei den Meerzwiebel- (Scilla-) Arten und bei den Milchstern- (Ornithogalum-) Arten. Beim Märzglöckchen (Leucojum vernum) dient der mittlere Theil des keulenförmigen Griffels als Nectar absonderndes Organ. Bei den Doldenblüthlern (Bärenklaue, Klettenkerbel, Wasserschierling, Möhre, Kümmel, Pastinak 2c.) bildet das Honigorgan eine Scheibe oder einen Ring auf dem Scheitel des Fruchtknotens; ähnlich verhält es sich mit der Kornelkirsche

(Cornus mas) und manchen Steinbrech- (Saxifraga-) Arten. Bei den zahlreichen Formen der letzteren Gattung trifft man alle denkbaren Abstufungen in der Ausbildung und in der Lage des Nectariums zum Fruchtknoten. Wo der letztere breit und oben flach ist, da erscheint das honigabsondernde gelbe Gewebe auf der scheibenartig verbreiterten Scheitelfläche des Fruchtknotens. Wo dagegen der letztere kegel- oder spindelförmig und nach Oben allmälig in die Griffel verjüngt ist, da rückt das Nectarium tiefer gegen die Basis des Fruchtknotens hin, so daß z. B. bei Saxifraga ciliata das gelbe honigausscheidende Gewebe nicht nur ganz am Grunde des Fruchtknotens liegt, sondern hier sogar eine vermittelnde Zone zwischen der Insertion der Staubfäden einerseits und dem mit schmaler Basis inserirten Fruchtknoten anderseits bildet.

Bei den Compositen (Korbblüthlern) bildet das honigabsondernde Organ, wie wir oben bei der Kornblume (Fig. 63) gesehen haben, einen ringförmigen Gewebewulst über dem Fruchtknoten, die Basis des Griffels als „Nectarkragen" umgebend. Ein ähnlicher Ring, dessen oberer Rand oft höckerig, findet sich auch an der Basis des Fruchtknotens der meisten Schmetterlingsblüthler, so z. B. bei der Bohne (Phaseolus), bei Glycine sinensis, bei Hedysarum caucasicum, bei Baptisia und zahlreichen anderen Arten. Auch bei der prächtigen asiatischen Alpenrose (Rhododendron ponticum) ist ein solcher hypogyner Ring vorhanden.

Bei den meisten Labiaten ist es ein ähnlicher Nectarring, welcher den 4-theiligen Fruchtknoten an der Basis umgibt; aber bei manchen Lippenblüthern ist dieser Ring nicht überall gleichartig, sondern auf der einen Seite mehr, auf der andern Seite weniger entwickelt, so z. B. bei der Gundelrebe (Glechoma hederacea), bei der Goldnessel (Galeobdolon luteum) und bei der gefleckten Taubnessel (Lamium maculatum).

Bei den apfelblüthigen Gewächsen, beim Apfelbaum, Birnbaum, bei der Quitte (Fig. 61), beim Weißdorn (Crataegus) und bei der japanischen Cydonie (Cydonia japonica) bildet der obere und innere Rand des Hypanthiums (des früher sogenannten „Kelches") eine gürtelförmig um die Griffelbasis herumlaufende honigabsondernde Gewebeschicht. Das Nectarium ist hier also über den im vertieften Hypanthium liegenden Fruchtknoten placirt.

Obige Beispiele mögen an dieser Stelle genügen! Sie zeigen, daß Form und Position des Nectariums bei den verschiedenen Pflanzen ungemein variirt. Es können *alle* Blüthentheile in die Funktion eines honigabsondernden Organes gezogen werden; vielleicht bleiben hievon einzig die Narben und die Staubbeutel ausgenommen.

Form und Lage der Nectarien sind keine zufälligen und keine gleichgültigen, bedeutungslosen Momente im Bau und in der physiologischen Aufgabe der Blumen, sondern sie sind Züchtungsprodukte der sich stets verbessernden Natur, Anpassungen an die Insekten, welche den Honigsaft zu holen berufen sind, Anpassungen an die größten Wohlthäter der Blumen, auch zugleich Anpassungen an die klimatischen Verhältnisse, unter denen die Blüthen dem Sonnenschein, Thau und Regen ausgesetzt sind.

Die Hauptaufgabe der Nectarien liegt in der Absonderung eines, gewissen Insekten angenehm erscheinenden und als Nahrungsmittel dienenden Saftes, der meist süß schmeckt und dadurch auf die Schmetterlinge, Bienen, Hummeln ꝛc. lockend wirkt. In manchen Fällen ist der Honigsaft selbst mit einem weithin dringenden Aroma ausgestattet; er wirkt also nicht allein auf die Geschmacks-, sondern auch auf die Geruchsorgane der blumenbesuchenden Thiere.

(Die Kapuzinerkresse, Tropaeolum majus secernirt einen scharfduftenden Nectar; hier sind es also nicht etwa bloß die Blumenblätter, sondern auch die in Nectardrüsen verwandelten Kelchtheile, welche Düfte absondern.)

Bei der hohen physiologischen Bedeutung dieser bislang von der Wissenschaft vernachlässigten Organe verlohnt es sich wohl der Mühe, auch den anatomischen Bau der Nectarien etwas genauer zu skizziren. Die beste, bis jetzt über die Nectarien der Blüthen publicirte Arbeit anatomisch-physiologischen Charakters verdanken wir W. J. Behrens, dessen diesbezügliche Untersuchung als grundlegende Arbeit betrachtet werden muß; sie wurde im Jahre 1879 veröffentlicht. Eine große Reihe ähnlicher Untersuchungen, unabhängig von den genannten, stellte meine Mitarbeiterin, Frau Carolina Dobel-Port, auf meine Veranlassung hin im Sommer 1880 an, welche die Behrens'schen Angaben bestätigen und eine Menge neuer Resultate zu Tage förderten. Die Verfasserin behält sich vor, ihre Untersuchungsergebnisse zu vervollständigen und separat erscheinen zu lassen; doch hat sie mir gestattet, im Nachstehenden von ihren Beobachtungen beliebigen Gebrauch zu machen. Die vor- und nachstehenden Ausführungen über die Nectarien-Anatomie und Morphologie lehnen sich also nicht bloß an das von mir selbst Beobachtete, sondern auch an die Arbeiten von W. J. Behrens und Carolina Dobel-Port an.

Die Nectarien bestehen, anatomisch betrachtet, fast immer aus mehreren Theilen:

1) Dem Nectarium-Gewebe, das allen Honigorganen der Blüthen zukommt.
2) Dem Secretions-Organ, d. h. einem secernirenden Theil, der den im Nectariumgewebe gebildeten Saft ausscheidet,
3) Einem in der Nähe des Nectariumgewebes liegenden Zellcomplex, welcher durch die vorläufige Aufspeicherung großer Mengen fester Reservestoffe, die später bei der Bildung des Nectars betheiliget sind, sich als functionell zu dem Nectarium gehörend, documentirt.

Das Nectariumgewebe ist der Bildungsherd des Honigsaftes und besteht aus einer großen Zahl meist sehr kleiner, zartwandiger unverholzter Zellen, die gewöhnlich nach allen Richtungen den gleichen Durchmesser haben und daher kurzweg isodiametrische Parenchymzellen genannt werden können. Die Kleinzelligkeit dieses zarten Gewebes steht in der Regel mit dem Charakter der benachbarten Gewebe im Gegensatz und dient daher als wegleitendes Criterium bei der Aufsuchung der anatomischen Bestandtheile eines Honigorganes. Die kleinen zartwandigen Zellen des Nectariumgewebes zeichnen sich übrigens auch noch durch den meist gelblich gefärbten, metaplasmatischen Inhalt von den benachbarten Geweben aus. Am Mikroskop ist es leicht, durch chemische Reagentien das Metaplasma als eine Modification des gewöhnlichen Zellen-Protoplasmas nachzuweisen. Der Pflanzen-Anatom wird daher unschwer die Nectargewebe von den umgebenden andern Geweben der Blüthentheile unterscheiden. Allerdings muß zugegeben werden, daß ähnliche Gewebezellen mit ähnlichem Inhalt auch im Griffelkanal jener Blüthen vorhanden sind, deren Griffel nicht einen soliden, sondern einen hohlen Cylinder darstellt, dessen Höhlung — gleichviel ob eng oder weit — häufig mit zartwandigen Zellen ausgekleidet ist, die an die Gewebezellen des Nectariums der Blüthe erinnern. Auch sind bei manchen Pflanzen honigabsondernde Organe außerhalb der Blüthen, an Blättern, Bracteen &c. beobachtet worden, wobei die entsprechenden Gewebe auch mit den Geweben der Blüthen-Nectarien übereinstimmen; allein der aufmerksame Beobachter wird sicherlich das Blüthen-Nectarium niemals im hohlen Griffel, noch viel weniger in extrafloralen Absonderungs-

organen suchen, sondern diese zwei Fälle jederzeit ohne Weiteres, als nicht in Frage kommend, aus dem Spiele lassen. Trifft er anderswo in der Blüthe jene mit Metaplasma erfüllten zarten, kleinzelligen, meist gelblich gefärbten Gewebe, so kann er nicht mehr über die Natur und Bedeutung der betreffenden Objekte im Zweifel sein.

Das saftige Nectargewebe ist in den meisten Fällen von einer cuticularisirten Oberhaut (Epidermis) nach Außen abgeschlossen. Da die Cuticula, d. i. die an die Außenwelt grenzende Wandschicht der Epidermis, für flüssige Stoffe, namentlich auch für zuckerhaltige Liquide schwer oder ganz unmöglich passirbar ist, so wird also der im Nectargewebe bereitete Honigsaft durch die abschließende Cuticula vor dem Verdunsten geschützt und am Austritt verhindert. Der Austritt des Nectars aus dem Bildungsherde findet dagegen meistens durch ein besonderes Sekretionsorgan statt.

Die Secretionsorgane der Nectarien sind sehr verschiedener Natur:

In manchen Fällen wird der Honigsaft durch die nicht-cuticularisirte Oberhaut durchgelassen; hier fehlt also jene den Austritt verhindernde Wandschicht, die eigentliche Cuticula: die zarten Epidermiszellen haben in diesem Falle das Vermögen, Wasser und im Wasser gelöste Stoffe (z. B. Zuckerlösungen) durchzulassen. So geschieht der Austritt des Nectars bei den Blüthen von Ficaria ranunculoides (Feigwurz-Hahnenfuß), bei Rhinanthus major (Gemeiner Klappertopf), beim gemeinen Frauenmantel (Alchemilla vulgaris) und beim Buchweizen (Polygonum Fagopyrum), von welch letzterem wir oben (Fig. 49 pag. 216) die Blüthen und Befruchtungsvorgänge dargestellt haben.

In andern Fällen erheben sich aus der cuticularisirten, also unpassirbaren Epidermis mehr oder weniger weit vorragende warzen- oder keulenartige Auswüchse, sogenannte Epidermispapillen, die an ihrer Oberfläche nicht cuticularisirt sind und daher den Honigsaft austreten lassen, so bei einer aus Japan stammenden Zierpflanze, Weigelia japonica Thumb.

Wieder in andern Fällen sind alle Oberhautgebilde nach Außen durch eine geschlossene Cuticula abgegrenzt; hierbei wird schließlich die Cuticula durch aufquellende, verschleimende benachbarte Wandtheile gesprengt und die Cuticula abgehoben; so beim Schwarzkümmel, Nigella arvensis. Es können auch Epidermispapillen vorhanden sein, an deren Cuticula sich ein ähnlicher Prozeß geltend macht, so bei der gemeinen Kapuzinerkresse, Tropaeolum majus und bei der Stockrose (Althaea).

In einer sehr großen Zahl von Fällen dienen als eigentliche Sekretions-Organe der Nectarien die sogenannten Spaltöffnungen in der sonst gleichmäßig cuticularisirten Epidermis. Dergleichen Spaltöffnungen finden sich fast an allen grünen, oberirdischen Organen, namentlich auf der Epidermis der untern Blattseite unserer meisten Laubpflanzen. Allein hier dienen sie zum Gasaustausch zwischen der atmosphärischen Luft einerseits und den luftführenden Hohlräumen im Innern der grünen Pflanzengewebe anderseits. Bei den Nectarien dagegen dienen die ganz gleichartig gebauten Spaltöffnungen als Ausscheidungsorgane der im Nectargewebe gebildeten Honigsäfte. Man hat daher diese honigausscheidenden Spaltöffnungen auf der culicularisirten Oberhaut der Nectarien auch Saftventile genannt. Behrens zählt hiefür folgende Beispiele auf: Der Berg-Ahorn (Acer Pseudo-Platanus), der Beinwell (Symphytum officinale), das Studenten-Röslein (Parnassia palustris), das wir oben (Fig. 68 pag. 266) abgebildet und besprochen haben, ferner das Weidenröschen (Epilobium angustifolium), der

Klettenkerbel (Anthriscus silvestris), die Bärenklaue (Heracleum Sphondylium), der Pastinak (Pastinaca sativa).

Frau Carolina Dobel-Port hat weiterhin an folgenden Pflanzen die Saftventile der Nectarien gefunden: Bei mehreren Schmetterlingsblüthlern (Papilionaceen), so bei Glycine sinensis, Hedysarum caucasicum und Baptisia leucantha. Es ist wahrscheinlich, daß alle Pflanzen dieser großen Familie ihren Honigsaft durch Spaltöffnungen entleeren. Ferner: beim Bauerntabak (Nicotiana rustica), beim Hexenkraut (Circaea lutetiana), bei verschiedenen Steinbrecharten, wie Saxifraga Cotyledon, Saxifraga Aizoon, Saxifraga caespitosa, Saxifraga ciliata und bei Tellima grandiflora, weiterhin bei Pulmonaria officinale (arzneiliches Lungenkraut), bei der Goldnessel (Galeobdolon luteum); bei der Heidelbeerblüthe (Vaccinium Mirtyllus) und bei der Sumpfbeere (Vaccinium Oxycoccus), bei einer Weißdornart (Crataegus monogyna), bei der gemeinen Quitte (Cydonia vulgaris, vergl. oben Fig. 61 pag. 241) und bei der japanischen Quitte (Cydonia japonica), bei Ledum latifolium, beim Ehrenpreis (Veronica Chamaedrys), beim Spitz-Ahorn (Acer platanoides), beim buchsblätterigen Kreuzkraut (Polygala Chamaebuxus) und bei der Kornelkirschen-Blüthe (Cornus mas).

Es ist mehr als wahrscheiulich, daß die große Mehrzahl der insektenblüthigen Pflanzen ihren Nectar ausschließlich durch die als Saftventile fungirenden Spaltöffnungen der Nectarien absondert; bei den Korbblüthlern, Doldengewächsen, Labiaten und bei den Steinbrech- und apfelblüthigen Gewächsen dürften kaum Ausnahmen von dieser Regel anzutreffen sein.

Ehe wir an die nähere Ausführung der Blüthennectarien-Mission herantreten, wollen wir nicht unterlassen, erst noch einiger Beispiele extrafloraler, das heißt außerhalb der Blüthen an andern Pflanzenorganen vorkommender Nectarien zu gedenken. Reinke nennt in erster Linie die Nectar-Drüsen am Blattstiel der grünen Laubblätter unserer Vogelkirsche, Prunus avium. Hier finden sich am Stiel des Blattes, der bekanntlich rinnenartig erscheint, zwei, seltener 3 oder gar 4 eigenthümliche, röthlich gefärbte fleischige Warzen auf den Rändern der Rinne. Diese fleischigen Polster sind 1—2 Millimeter dick und tragen — bei jungen Blättern — auf einer seichten Vertiefung der Oberfläche einen klaren, süßen Flüssigkeitstropfen, der an älteren Blättern nicht wahrzunehmen ist, da hier die Polster eingetrocknet erscheinen.

Jene Blattstiel-Nectarien werden von Bienen oder andern geflügelten Insekten nicht besucht, wahrscheinlich deshalb, weil die anderweitigen Lockmittel, wodurch Insekten von Ferne angelockt werden könnten, hier fehlen und daher der süße Schatz von jenen Insekten „übersehen" wird, welche Honigsäfte ganz regelmäßig in farbenglänzenden Blumen zu suchen gewohnt sind. Dagegen wird der Nectar der Kirschblattstiele von Ameisen begierig aufgesaugt, also von kriechenden Insekten, die ja so häufig Bäume und Sträuche erklettern, um gelegentlich Blattläuse zu melken oder Honigthau zu lecken. An den gleichen Laubblättern scheiden die Spitzen der Zähne des Blattrandes im früheren Stadium der Blattentwicklung Balsam aus; ja es wurde sogar constatirt, daß die dem Blattstiel zunächst stehenden Zähne des Blattrandes statt Balsam ebenfalls Honigsaft secerniren, ganz ähnlich wie die später als Nectarien fungirenden Drüsenwülste des Blattstieles.

Auch bei anderen Prunus-Arten wurden dergleichen Nectarien beobachtet, so an den Laubblättern der Kriechen-Pflaume (Prunus insititia), wo am Stiel nicht selten 2 Nectarien, oft aber auch nur 1 auf dem Blattstiel und 1 auf dem Blattrand er-

scheinen, während in manchen Fällen die Nectarien total fehlen und zwar an Blättern desselben Baumes.

Beim Zwetschenbaum (Prunus domestica) finden sich meist 2 Paare von Nectarien an dem untersten Theil der Blattfläche. Auf den Laubblättern des Kirschpflaumenbaumes (Prunus cerasifera) finden sich sehr kleine Nectarien an den beiden untersten Zähnen der seitlichen Blattränder, oder es fehlt jede Spur von Honigdrüsen.

Bei der Traubenkirsche (Faulbaum, Prunus Padus) zeigen sich dieselben Verhältnisse, wie bei der Vogelkirsche.

An den Blättern der Mahaleb-Kirsche (Prunus Mahaleb) sitzen die Nectarien am Stiel, mitunter auch an den Zähnen der Blattfläche; oft fehlen sie gänzlich.

Bei zahlreichen andern Prunusarten verhält sich die Sache ebenso: es können Nectarien am Blattstiel oder auch an den unteren Zähnen des Blattrandes vorhanden sein; sie können aber auch total fehlen. Es ergibt sich das bedeutungsvolle Resultat, daß diese Nectarien hier keineswegs gesetzmäßig erscheinen: sie variiren nicht allein in ihrer Stellung, sondern auch in ihrer Ausbildung; sie sind also bald functionsfähig, bald functions-unfähig. Ihre physiologische Bedeutung ist somit ganz evident eine sehr untergeordnete und dadurch stehen sie in grellem Gegensatz zu den gesetzmäßig vorkommenden Nectarien der Blüthen.

Beim Kirsch-Lorbeer (Prunus Lauro-Cerasus), einen bekannten immergrünen Zierstrauch mit lederartigen, starkglänzenden lorbeerartigen Blättern, finden sich an jungen, eben erst entwickelten Laubblättern ebenfalls Nectarien, die jedoch nicht am Blattstiel oder Blattrand, sondern auf der Blattunter- oder Rückenseite sitzen, Honig absondern und bald nachher eintrocknen, so daß man sie an alten Blättern umsonst sucht.

Aehnlich verhalten sich die Blätter von Prunus Lusitanica und Prunus Carolinensis. Die Blätter des Pfirsichbaumes (Amygdalus Persica Linné oder Persica vulgaris Mill) verhalten sich puncto Nectarien ganz ähnlich wie die Vogelkirsche, und von den Laubblättern des Mandelbaumes ist Gleiches zu sagen, indem hier (bei Amygdalus communis) die Nectarien am untern Theil der Spreite (Blattfläche) randständig sitzen. Und bei der Zwerg-Mandel (Amygdalus nana), ferner bei Amygdalus Besseriana, scoparia, leiocarpa u. A. sind ähnliche Gebilde mit schwankender Stellung und Ausstattung beobachtet worden.

Weiterhin hat man ähnliche oder verwandte Drüsen mit Honig- oder Schleim-Absonderung beobachtet an den Blattzähnen der Laubblätter von Spiraea salicifolia (weidenblätterige Spierstaube), bei Kerria japonica, bei der gemeinen Brombeere (Rubus fruticosus), bei der Himbeere (Rubus Idaeus), bei der großen Erdbeere (Fragaria elatior). An den Laubblättern der hundertblätterigen Rose (Rosa centifolia) scheiden die Blattzähne in jüngern Stadien Schleim und Harz aus. Die Blattzähne des gemeinen Frauen-Mantels (Alchemilla vulgaris) tragen in ihrer Jugend eine Schleim secernirende Spitze, das Gleiche geschieht von den Haaren und den großen Zähnen des Blattrandes vom gemeinen Wiesenknopf (Sanguisorba officinalis), ferner von den Blattzähnen der japanischen Quitte (Cydonia japonica), vom Weißdorn (Crataegus monogyna), vom Apfelbaum (Pirus Malus).

Bei der Ackerbohne (Puffbohne, Saubohne, Vicia Faba) finden sich am untern Ende der gefiederten Laubblätter kleine Nebenblättchen, die auf der Unterseite einen oder mehrere, an ganz jungen Blättern hellgrüne, an ältern dunkelviolett gefärbte Flecke zeigen,

welche größere Tropfen wasserhellen Nectars absondern. Bei der mikroscopischen Untersuchung solcher Blattnectarien ergibt sich, daß der Honigsaft von Epidermispapillen ausgeschieden wird. Auch an andern Wicken-Arten (Vicia sativa, V. sepium) ist Honigabsonderung auf den grünen Laubblättern, resp. Nebenblättchen beobachtet worden. Ein Bienenzüchter von großer Beobachtungsgabe versichert mir, daß er wiederholt Bienen beobachtet habe, welche jenen Blatt-Nectar sammelten.

Die Beispiele, wo Blattzähne oder Blatthaare, Drüsenhaare an grünen Laubblättern als Secretionsorgane fungiren und entweder Honigsaft oder Schleim, Balsam, Harz &c. ausscheiden, ließen sich in die Tausende vermehren. Wir begnügen uns an dieser Stelle mit den oben angeführten. Am längsten bekannt sind die Honig- und Zuckerausscheidungen aus den Blättern von Wickenarten, von Vibirnum Tinis, von Acacia longifolia und von Impatiens, sowie von Catalpa. Nach den neueren Untersuchungen dürften die Spitzen der Blattzähne der meisten gezähnten Laubblätter als Secretionsorgane dienen, dies allerdings in den meisten Fällen nur während jüngerer Zustände.

Es ist nicht einzusehen, welcher Nutzen einer grünen, an ihren Laubblättern Honigsaft absondernden Pflanze durch den Besuch der Insekten, welche allfällig diesen Honig finden und aufsaugen, erwachsen sollte; anders verhält es sich dagegen mit den analog gebauten und ähnlich situirten Drüsen- und Secretionsapparaten, welche einen zähen Schleim, oder einen klebrigen Balsam, ein Harz u. dergl. ausscheiden, wie dies bei sehr vielen Pflanzen durch grüne Blätter und Blatttheile geschieht. Durch dergleichen Secretionsprodukte schützt die Pflanze ihre jüngsten und zärtesten Theile vor den zudringlichen und gefreßigen Feinden, die ihr aus dem Thierreiche erwachsen. Schleime, Balsame und Harze schützen Knospen und junge Blätter vor allerlei zudringlichem und gefährlichem Insekten-Gesindel, indem sie letzteres abhalten, zu den zartesten und schmackhaftesten Pflanzenorganen, seien es junge Blätter oder junge Sprosse oder Blüthen und Blüthentheile, vorzudringen.

Wir haben in dem früher behandelten Kapitel von den fleischfressenden Pflanzen gesehen, daß manche Pflanzen — um bildlich zu reden — den Spieß umzukehren verstehen. Nicht nur bleiben die Blätter des Sonnenthau und des Fettkrautes (Drosera und Pinguicula) vor der Zerstörung durch Insekten geschützt, sondern diese Vegetationsorgane benutzen in ausgewachsenem Zustande den Drüsen-Apparat in umgekehrter Richtung zum Festhalten und Tödten der neugierigen Zudringlichen, die schließlich von der Pflanze gar verdaut und als Nahrung benutzt werden. Ja, die Blätter vom Sonnenthau haben sich sogar in einen zauberhaften, lockenden Aspect geworfen, der recht geeignet ist, die Insekten zu täuschen und dem Tod ein reiches Erntefeld anzuweisen. Hiebei finden die Opfer der mörderischen Pflanzen nicht einmal etwas Genießbares: sondern der vorgeschwindelte, lockende, perlglänzende Saft erweist sich den Insekten gegenüber gleich im Anfang des Verhängnisses als ungenießbar und tödtlich.

Aber einige Pflanzen sind noch weiter gerathen: Sie haben ihre grünen Laubblätter in complicirte Apparate umgewandelt. Bei Sarracenia Drummondi (Taf. IV.) ist der Blattstiel füllhornartig umgebildet und sein oberer Theil ist blumenblattartig weiß und purpurroth gefleckt, recht geeignet, Insekten von Ferne heranzulocken, und dieser gleiche obere Theil des Füllhornes scheidet auf seiner Innenseite und an dem als Deckel erscheinenden Blattspreitentheil süßen, träufelnden Honig ab, welcher von den herbeigelockten Insekten gierig aufgesaugt wird und als leckerer Köder zum Eintritt ins

Verderben wirkt, während der untere Theil des Füllhornes andere Sekretionsorgane besitzt, welche eine Flüssigkeit abscheiden, die sich zum „todten Meere" ansammelt, in welchem die herniederfallenden Insekten ertrinken und schließlich verdaut werden. (Vergl. pag. 115ff. und Taf. IV., sowie die Ausführungen über Nepenthes (Fig. 16 und 17, pag. 109 und 111) und über Cephalotus (pag. 112ff.)

Der Nutzen jener Honigabsonderung an Blättern der oben angeführten fleischfressenden Pflanzenarten wird kaum mehr ernstlich in Zweifel gezogen. Jedermann sieht sofort, daß der ausgeschiedene Honig am obern Blatttheil der Sarracenia Drummondi nicht minder lockend wirkt, als die zarten blumenblattähnlichen Contrastfarben auf denselben lockenden Blatttheilen. Bei den Blüthen der höheren Pflanzen werden diese Lockmittel (Honig und Farbenpracht) in noch viel ausgesprochenerem Maße zur Anwendung gebracht und zwar regelmäßig zum eigenen Nutzen der prangenden und honigabsondernden Pflanze, während gleichzeitig hierbei die Insekten nicht leer ausgehen, sondern ebenfalls ihre Rechnung finden.

Nun ist es gewiß eine recht auffallende Erscheinung, daß sich in der Gegenwart neuerdings ein Streit erhoben hat über die Bedeutung der Nectar-Absonderung und der glänzenden Blumenfarben, daß heute nochmals versucht wird, eine abenteuerliche, längst „zu den Vätern versammelte" Theorie zu neuem Leben zu erwecken, eine Theorie, die nur so lange ernstlich in Frage kommen konnte, nur so lange, als man über das Geschlechtsleben der Blumen noch in kindlicher Unwissenheit gefangen lag. Englische, deutsche, italienische und amerikanische Gelehrte haben an Tausenden von lebenden Beispielen unwiderlegliche Thatsachen constatirt, welche alle einzig und allein nur dadurch erklärt werden können, daß man einen causalen Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Blumen und derjenigen der blumenbesuchenden Insekten annimmt; an Tausenden von Beispielen ist gezeigt worden, daß zwischen farbenglänzenden und honigabsondernden Blumen einerseits und zwischen den sie besuchenden Insekten anderseits eine innige Wechselbeziehung, eine gegenseitige Anpassung existirt.

Etwa 3000 Knabenkräuter (Orchideen) aller Erdtheile würden gar keine Samen bilden, wenn sie nicht von gewissen Insekten besucht und bestäubt würden.

Die große, heute zu einer Uebermacht gelangte Familie der Korbblüther (Compositen), welche ungefähr den zehnten Theil aller lebenden Blüthenpflanzen ausmacht, würde in wenig Jahren vom Erdball verschwunden sein oder auf ein unscheinbares Minimum reduzirt werden, wenn ihre Blüthen nicht regelmäßig von honigsuchenden Insekten besucht würden.

Von der ca. 2500 Arten zählenden Familie der Lippenblüther (Labiaten) muß das Nämliche gesagt werden. Und von den 6000 Arten der Hülsenfrüchtler (Leguminosen, zu denen die Schmetterlingsblüthler gehören) gilt dasselbe.

Hunderttausend lebende Pflanzenarten müßten über kurz oder lang vom Erdboden verschwinden, wenn sie plötzlich aufhören würden, farbige Blüthen zu bilden und in den Blüthen Honig abzusondern.

Das Alles läßt sich experimentell haarscharf beweisen und jedes Kind wird die Thatsache erfassen, wird es begreifen, ebenso leicht als $2 \times 2 = 4$, sobald wir uns die Mühe nehmen, ihm die Verhältnisse an der lebenden Blume auseinander zu setzen.

Und trotz alledem und alledem die wunderliche Verneinung der natürlichsten aller Lösungen des schönen Räthsels, trotz alledem die sterile Opposition gegen die exakten

Forschungsresultate einer ganzen Generation von Gelehrten; eine Opposition wunderlichster Art von Seite eines Franzosen, dem es offenbar nicht recht liegt, daß Engländer und Deutsche, Italiener und Amerikaner lange vorher eine große Wahrheit gefunden und erhärtet haben, lange bevor man in Frankreich davon Notiz zu nehmen für gut fand. Sehen wir uns diese Opposition etwas genauer an!

In seinem Werk über die pflanzlichen Secretions-Organe („Organes de sécrétions des végétaux", Annales de sc. nat. P. Botanique, 5me série, Tome XIV 1872) woselbst auch die Nectarien der Blumen behandelt werden, findet sich an geeigneter Stelle ein drolliger Stoßseufzer des Herren Verfassers dieser Arbeit, Monsieur **Martinet**, welcher Stoßseufzer mit Nutzanwendung also lautet:

> „Les savants français accordent malheureusement trop de confiance „aux productions scientifiques d'outre Rhin. Il en résulte que nos meilleurs „traités sont entachés d'erreurs qui sont, pour ainsi dire, devenues classiques „et qui ne disparaîtront que lorsque chacun de nous s'engagera à ne rien „accepter de ce qui nous arrive d'Allemagne sans une scrupuleuse vérification."

Dieser Herzens-Erguß des braven Franzosen ist doch zu schön, als daß wir ihn nicht auch in deutscher Uebersetzung etwas genauer ansehen sollten; er lautet in der Sprache von „d'outre Rhin":

> „Die französischen Gelehrten bringen unglücklicherweise den wissenschaft„lichen Arbeiten von jenseits des Rheines zu viel Vertrauen entgegen. Daher „kommt es, daß unsere (französischen) besten Abhandlungen von Irrthümern „angesteckt sind, welche so zu sagen classisch geworden und welche nicht eher „verschwinden werden, als bis Jeder von uns (Franzosen) sich verpflichten wird, „Nichts mehr von dem, was uns aus Deutschland geboten wird, ohne peinlich„sorgfältige Nachuntersuchung anzunehmen."

Wir Schweizer stehen als Neutrale ganz objektiv in der Mitte zwischen den hadernden Gelehrten von diesseits und jenseits des Rheines und wir waschen über dieser unerquicklichen, übrigens auch von guten Folgen begleiteten Animosität unsere Hände in Unschuld. Ferne sei von uns, die auflodernden Flämmchen noch weiter anzufachen, wenn wir auch keineswegs befürchten, daß hieraus ein Weltbrand entstehen könnte, der im Stande wäre, mühsam errungene Wahrheiten für weitere Generationen in Frage zu stellen. Aber es bleibt für die Gelehrten der Erde eine unbestrittene Thatsache, daß die pflanzliche Anatomie, Physiologie und Entwicklungsgeschichte während der letzten fünf Jahrzehnte in erster Linie durch die Arbeiten der Botaniker von „d'outre Rhin" gefördert wurden. Es waren in erster Linie deutsche Botaniker, die auf diesen Gebieten ungezählte wirklich classische Arbeiten lieferten, daher auf diesem Felde der Forschung die deutsche Schule eine Uebermacht von Autorität erreichte. Damit wollen wir dem Nationalstolz der französischen Gelehrten keineswegs zu nahe treten. Wir anerkennen dankbar, daß auch die französische Schule ihre Classiker besitzt und die Deutschen waren nicht die Letzten, welche dies mit Freuden registrirt haben.

Nun aber kommt nach Martinet auch der streitbare **Gaston Bonnier** und wirft nicht nur den Deutschen, sondern auch den ebenbürtigen Engländern, Italienern und Amerikanern den Flederwisch an den Kopf, behauptend, daß die ganze neue Blumentheorie ein Märchen, daß alle die Tausende von Thatsachen im Zusammenhang zwischen Blumen-

und Insektenwelt gar Nichts beweisen, daß überhaupt die neuere Blumentheorie eine teleologische Ausgeburt, so eine Art abergläubischer Fabel sei, gegen welche die Wissenschaft nicht genug auf der Hut sein könne. O! Ihr armen Darwin, Hildebrandt, Hermann Müller, Delpino, Asa Gray, A. Kerner und wie ihr Alle heißen möget, die ihr an der Entdeckung des Blumengeheimnisses eure beste Kraft eingesetzt habt!

Hundertausend Blumenarten, lebendige Pflanzen beweisen Nichts! Gaston Bonnier beweist Alles. Doch nein! — Der gute Gaston Bonnier hat ja nicht einmal die Darwin'sche Züchtungstheorie verstanden: es ist ihm entgangen, daß gerade die Darwin'sche Lehre von der natürlichen Zuchtwahl im Kampf um's Dasein der Todfeind, die siegreiche Vernichterin aller Teleologie, aller Zweckmäßigkeitslehre, aller mystischen Erklärungsweisen auf dem Gebiete der exakten Forschung geworden ist. Gerade darin, daß die Darwin'sche Lehre jede teleologische Auffassung unmöglich macht, gerade in der Vernichtung der Teleologie liegt die wissenschaftliche und philosophische Macht des Zuchtwahlgedankens. Das ist dem Herrn G. Bonnier entgangen; denn er wirft der Darwin-Müller-Hildebrandt'schen Blumentheorie vor, daß sie zum teleologischen Unsinn zurückkehre, dessen sich vor 90 Jahren noch Konrad Sprengel schuldig gemacht hatte. G. Bonnier kennt nicht einmal den Unterschied zwischen dieser Sprengel'schen, in der That teleologischen Auffassung und der jetzigen durchaus antiteleologischen Blumentheorie der neuern Forscher.

Gaston Bonnier bemüht sich, in seinem Werke „Les Nectaires, étude critique, anatomique et physiologique" (Paris 1879), eine Reihe von Thatsachen aufzuzählen, die gegen die Darwin'sche Blumentheorie sprechen sollen. Wie gut ihm diese Erbringung von Gegenbeweisen gelungen, mag der freundliche Leser aus Nachstehendem ersehen:

Er behauptet (pag. 30, 31 seines Buches), daß bei einer unserer größten und schönsten Lippenblüthigen, nämlich beim melissenblätterigen Immenblatt (Melittis melissophyllum) trotz Größe und Farbenpracht der Blumenkrone keine Insekten angelockt werden, da keine Nectarien vorhanden seien. „Or, les nectaires, en général trés-développés chez toutes les Labiées, sont avortés (fehlgeschlagen) chez cette espèce." Wenn diese Angaben auch wahr wären, so würden sie noch keineswegs gegen die neuere Blumentheorie beweisende Kraft haben. Nun sind aber diese Bonnier'schen Angaben über Melittis Melissophylum total unrichtig; denn das melissenblätterige Immenblatt kommt nicht allein in der Umgebung von Paris, sondern auch in der Nähe von Zürich (z. B. am Uetliberg) vor und da wurde denn diese Pflanze im Sommer 1880, ehe wir von Gaston Bonnier's Angaben etwas vernahmen, von Frau Carolina Dobel-Port ebenfalls auf die Nectarien untersucht. Hiebei stellte sich heraus, daß die prächtige Blüthe des Immenblattes, entgegen der Bonnier'schen Behauptung, nicht nur von Insekten besucht und bestäubt wird, sondern ein ganz vollkommen entwickeltes Nectarium in Gestalt eines ringförmigen, gelblichen Gewebewulstes besitzt, der sich rings um den behaarten Fruchtknoten an dessen Basis anlegt. Herr Bonnier ist eingeladen, die diesbezüglichen, photographisch genauen Zeichnungen bei meiner Mitarbeiterin einzusehen.

Nun sollte doch wohl erwartet werden dürfen, daß ein Mann, welcher sich berufen glaubt, den ältesten und bewährtesten Blumenforschern dreier anderer Nationen verneinend entgegenzutreten, um eine durch Tausende von Thatsachen bewiesene Theorie zu Falle zu bringen, wenigstens nur mit ganz sicher ermittelten, also wissenschaftlich

unantastbaren Thatsachen auf den Kampfplatz rücken werde. Aber schon der erste von G. Bonnier angeführte Einwurf, auf den er ein Hauptgewicht legt, fällt durch die totale Unzuverlässigkeit der Bonnier'schen Angaben in ein trauriges Nichts zusammen. Gaston Bonnier sagt: Beim Immenblatt (Melittis Melissophyllum) ist die Krone sehr groß und mit der auffälligsten Farbe ausgestattet; diese Blumenkrone ist weiß und mit rothen Flecken gezeichnet, welche gegen den Grund der Röhre hinweisen und somit als Saftmal, als Wegweiser zum Honigsaft dienen; ja der vorhanden sein sollende Honigsaft ist sogar durch schützende Haare bedeckt (Saftdecke); die Narbe und die Staubbeutel nehmen sogar eine der Fremdbestäubung günstige Position ein. Alles das hat Bonnier richtig erkannt; aber den vollkommen entwickelten Nectarring hat er im Eifer nicht gesehen; er existirt für ihn nicht, sondern ist „abortirt". Darum folgert er auch gleich kühn und keck: „Man beobachtet hier weder Nectar, noch besuchende Insekten". Mit diesem Argument versetzt G. Bonnier der neuern Blumentheorie nach seiner bescheidenen Ansicht einen Todesstoß. Aber hélas! Da kommt eine ganz friedfertige Frau, ein in Sachen des Blumenkrieges unschuldiges Wesen und beweist dem Herrn Bonnier und der ganzen Academie, welche ihren französischen Nectarkundigen deckt, daß Monsieur Bonnier Unrecht hat, daß sein erstes und von ihm so sehr betontes Hauptargument gegen die Blumentheorie auf total unrichtiger, nachlässiger und unverzeihlicher Beobachtungsart beruht.

Dadurch hat uns der französische Opponent den Appetit für seine weiteren Windmühlenkriege ordentlich verdorben. Aber wir haben die Selbstverleugnung uns auferlegt, durch diesen Haufen von Irrthümern, Vorurtheilen, Verdrehungen und bodenlosen Unterschiebungen uns durchzuarbeiten und mit Hiobsgeduld all die Argumente zu lesen, die Gaston Bonnier aus seinen unzuverlässigen Beobachtungen und seinen zum Theil kindischen Experimenten, auf ganz unrichtige Voraussetzungen gestützt, abzuleiten die Kunst besaß.

Dabei stellt sich heraus, daß Bonnier unter blumenbesuchenden Insekten nur Bienen und Hummeln, höchstens auch noch ein paar Schmetterlinge versteht. Es lag ihm ferne, die verschiedenen Blumenarten nach ihren sämmtlichen Freunden unter den Insekten zu studiren, wie es der über alle Maßen geduldige und fleißige Deutsche, Hermann Müller, seit $1\frac{1}{2}$ Jahrzehnten gethan hat. Wenn Bonnier daher auf einer Blume keine Bienen oder keine Schmetterlinge beobachtete, so schloß er gleich munter und fröhlich: Diese Blume wird von Insekten nicht besucht. Das ist ungefähr so, wie wenn man behauptete, ein Gebirgshôtel am Vierwaldstättersee oder im Berner Oberland sei kein Fremdenhôtel, weil zufällig ein Reisender dort keine Engländer gesehen hat.

Bonnier war auch nicht im Stande, die Einsicht zu gewinnen, daß ein und dasselbe Organ in der Blüthe zugleich mehreren Funktionen dienen kann. Wenn er daher gelegentlich findet, daß ein die Fremdbestäubung begünstigendes Organ auch zugleich in anderem Sinne fungirt, so leugnet er frischweg die Function zur Begünstigung der Fremdbestäubung, behauptend, es habe jenes Organ eine ganz andere, und zwar ganz ausschließlich jene andere Aufgabe. Der gleiche Gelehrte würde demnach behaupten: Ein Nachtwächter, den man gelegentlich am hellen Mittag beim Brunnen Wasser holen sieht, ist offenbar kein Nachtwächter, sondern ein Wasserträger.

In der That, die ganze Gaston Bonnier'sche Opposition gegen die ihm nicht recht liegende darwinische Blumentheorie ist ein närrisches Conglomerat von apodiktischen

Verneinungen und teleologischen Kuckucks-Eiern, die er in die Nester Anderer legt, um sie mit Steinen zu bewerfen; ein Mischmasch von Sinn und Unsinn, Wahrheit und Irrthum, Sophisterei und parteiischer Voreingenommenheit, ein Gallimathias par excellence, in welchem sich nur derjenige zurechtfinden wird, der entweder von der ganzen Blumentheorie gar Nichts versteht oder aber in der diesbezüglichen Literatur so beschlagen ist, wie ein regelrechter Pfarrer in der Bibel oder der Jurist in den Pandecten. Dieses „Entweder — Oder" ist das Verhängnißvolle im Auftreten eines (so bescheidenen!) Gelehrten vom Schlage eines Gaston Bonnier; denn seine Leser und Schüler sind vor Allem aus Franzosen und da die französische Academie feierlich erklärt hat, es sei die Bonnier'sche Arbeit das Beste, was über Nectarien publicirt worden, so wird die ganze Nation dort auf das Wort des „Meisters" schwören und wird vielleicht ein weiteres Jahrzehnt in der ablehnenden Verneinung verharren, wie dies seinerzeit mit der Darwinschen Abstammungslehre der Fall war, die eigentlich ein volles Jahrzehnt hinterher bei der französischen Nation ihren Einzug gehalten, ein Jahrzehnt zu spät, nachdem sie in Deutschland und Rußland, in England und Italien schon zu unerwarteten Triumphen auf wissenschaftlichen Gebieten verholfen hatte. Der Dienst, den G. Bonnier der französischen Gelehrtenwelt mit seiner Arbeit geleistet, ist somit ein sehr bedauerlicher: er macht es nothwendig, daß ein anderer Gelehrter, ausgestattet mit einem unparteiischen Sinne und klarem Verstand, vorurtheilslos und resignationsfähig, mit riesenhafter Geduld dasselbe Material, das G. Bonnier so kritiklos zusammengetragen, vor den Augen des französischen Volkes nochmals durcharbeite und, das Thatsächliche richtig stellend, das Irrthümliche ausmerzend, den Schein von der Wahrheit trennend, endlich den Beweis leiste, daß G. Bonnier auf verbotenen Wegen gegangen und zu Schlüssen gelangte, die in ihrer Totalität unrichtig und vor den Augen der Wissenschaft keinerlei Bestand haben. Das ist die Aufgabe für einen Franzosen von Geburt; denn der Deutsche, der Engländer, Italiener, der Amerikaner und der Schweizer — sie werden dort nicht gehört, weil Martinet vor den „Fremden" gewarnt. Mittlerweile wird die Forschung weiter ihre Wege gehen, während man drüben noch ein weiteres Jahrzehnt leeres Stroh zu dreschen haben wird.

Der andächtige Leser wird schließlich fragen, was denn eigentlich dieser schreckliche französische Krieger wolle. Er kann doch nicht auf das gerechte Verlangen Verzicht leisten, daß Bonnier uns eine andere, eine bessere Theorie für die Honigabsonderung der Blüthen gebe, wenn dem letzteren diejenige von Darwin, Müller, Delpino, Kerner, Hildebrand, Asa Gray, W. J. Behrens ꝛc. zuwider ist. Ein Mann vom Schlage Bonniers, der sozusagen das Jahrhundert der Blumen-Philosophen in die Schranken fordert, muß doch einen Ersatz bieten für das, was er mit so wuchtigen (!) Hieben zu Boden schlägt, das fordert der gesunde Menschenverstand und Herr Bonnier ist so freundlich, dieser Forderung entgegen zu kommen. Wie erklärt er nun die gesetzmäßige Erscheinung der Honigabsonderung in den Blüthen unserer höchstdifferenzirten Pflanzen? —

Der Leser höre!

Gaston Bonnier sagt am Ende seiner physiologischen Studie: „Die honigführenden Gewebe, seien sie in oder außerhalb der Blüthe, gleichviel ob sie den süßen Saft nach Außen abscheiden oder nicht, stellen specielle Reservestoffbehälter dar, welche in direkter Beziehung zum Leben der Pflanze stehen."

„Die physiologische Aufgabe ist also für alle Nectarien dieselbe."

Bonnier nimmt die vom seligen Pontedera vor 162 Jahren (anno 1720) aufgestellte Theorie wieder hervor, die Ansicht nämlich, daß die Nectarien der Blüthen in dem von ihnen gebildeten Honigsaft die Nahrung liefern zur ersten Entwicklung der nach stattgehabter Befruchtung heranreifenden Samen, resp. jungen Pflänzchen, die in den Samen gebildet werden. Dafür spreche hauptsächlich der Umstand, daß die Nectarien in der Regel an der Basis oder doch in nächster Nähe des Fruchtknotens angetroffen werden.

Bonnier sagt kein Wörtchen von den Hunderten und Tausenden von Fällen, wo das Nectarium weit vom Fruchtknoten entfernt ist, wie z. B. bei der Akelei, beim Eisenhut, bei der Passionsblume und Dutzenden anderer Gattungen. Bonnier sagt kein Wörtchen von den zahlreichen Fällen, wo die beiden Geschlechter in den Blüthen getrennt erscheinen, wo also die einen Blüthen nur männliche, die andern nur weibliche Geschlechtsorgane bilden und wo dennoch in beiderlei Blüthen Nectarien vorhanden sind, wo somit der Honigsaft der männlichen Blüthe gar nicht zum Fruchtknoten der entfernten weiblichen Blüthen gelangen kann, wie dies bei allen Weiden, bei manchen Compositen, bei der Taglichtnelke und bei Hunderten anderer Pflanzenarten der Fall ist.

Bonnier sagt kein Wörtchen davon, daß den unzähligen Blumen von den Insekten beim schönen Wetter vorweg der ausgeschiedene Nectar weggenommen, also dem Fruchtknoten und seinem Inhalt nach seiner Ansicht eine köstliche Nahrung entzogen wird, daß somit die Pflanze hier ihre kostbarsten Schätze so mir Nichts dir Nichts (oder um französisch zu reden: „pour le roi de Prusse") in einer Zeit preisgibt, da sie dieser Säfte so nothwendig bedürfte, daß demnach alle honigabsondernden Blüthen sehr fehlerhaft, stümperhaft gebildet erscheinen müßten, wenn seine Ansicht die richtige wäre.

Für uns, die wir auch keine Kinder mehr sind, ist es vollendete Ueberzeugung, daß die Natur bei ihrem langsamen Entwicklungsproceß gewiß den Blumen ihren Honigsaft besser zu wahren verstanden hätte, wenn dieser Saft als Nahrungsstoff für die befruchteten Samenknospen resp. für den Fruchtknoten zu dienen hätte, besser, eminent besser, als es jetzt der Fall ist, wo der ausgeschiedene Saft präcis dort abgelagert wird, wo ihn der Liebesbote, das honignaschende Insekt leicht zu finden weiß.

Ja, es ist kein Zweifel, daß wenn diejenigen Stoffe, die in den Nectarien aufgespeichert liegen, für die Ernährung der jungen Frucht verwendet werden müßten, diese Stoffe ganz anderswo in's Depot gelangt wären, als es jetzt der Fall ist. Da würden im Verlaufe der ungezählten Generationen ganz sicher diejenigen Pflanzen, die ihre honighaltenden Reservestoffe im Innern des Fruchtknotens selbst, in der Placenta oder auf der Innenseite der Fruchtknotenwand aufgespeichert hätten, einen Vortheil, ein Uebergewicht über die andern erhalten haben, welche so unpraktisch waren, die so köstlichen Reservestoffe anstatt nach Innen nun nach Außen, anstatt gegen die zu ernährenden Organe hin nun expreß gegen die naschhaften Insekten hin ausschieden, wie dies jetzt doch die meisten Pflanzen thun.

Nein, Herr Bonnier, Sie sind im Irrthum; es ist zu offenkundig, daß die Pontedera'sche Idee, die Sie zu neuem Leben zu erwecken suchen, nicht nur gegen alle Regeln der Pflanzen-Oeconomie, sondern gegen Tausende von Thatsachen verstößt, aus denen der simpelste Menschenverstand die Richtigkeit unserer neuern Evolutionstheorie abstrahiren kann. Der Aufwand, mit dem Sie Ihre Opposition ausstaffiren, ist eitel Rabulistik: das sagen uns die Blumen des Feldes, das sagen uns die Hunderttausende von Schmetterlingen, Bienen, Fliegen, Käfern und wie die Insekten alle heißen, von

denen Sie keine Notiz genommen, die aber nichts destoweniger einzig und allein die Bestäubung vermitteln, unbewußt die größte Wohlthat erweisen, weil sie Honig finden.

Wir sagen, daß die Blumen von Insekten besucht werden, weil letztere Honig finden; dabei vermeiden wir jede teleologische Ausdrucksweise. Wir sagen nicht etwa: „Die Blumen sondern Honig ab, damit die Insekten Nahrung finden" — Würden wir dies behaupten, so legten wir in die Blume hinein ein zweckbewußtes Handeln, was ihr gar nicht zukommt. Wir verneinen alle und jede teleologische Auffassungen: wir hassen die Teleologie als einen verderbnißbringenden Hemmschuh jeder wissenschaftlichen, vernünftigen Weltanschauung; wir sind Darwinianer, Vertheidiger der natürlichen (unbewußten) Zuchtwahl im Kampf ums Dasein und es ist ein Frevel an der Wahrheit des Thatbestandes, wenn Gaston Bonnier den neuern Blumen-Philosophen teleologische Anwandlungen unterschiebt, ein Frevel an der Maxime jedes ehrlichen Forschers, wenn Herr Bonnier uns als Vertreter der teleologischen Weltanschauung zu denunziren versucht.

Nein, Herr Bonnier, Sie haben Unrecht gethan und an Ihnen ist es, zu erklären, daß Sie Alle, Alle, welche Sie als Ihre Gegner zu citiren für gut fanden, die Sie teleologische Phantasten nennen, nicht verstanden haben, weil Sie bei Ihrer Voreingenommenheit sie nicht verstehen konnten oder am Ende gar nicht verstehen wollten.

Und es ist ein zweckloses Säbelklirren, den Begründern und Ausbauern der Blumentheorie Darwins einen Ausspruch des berühmten Claude Bernard entgegenzuhalten: „La loi de la finalité physiologique est dans chaque être en particulier, et non hors de lui; l'organisme vivant est fait pour lui-même, il a ses lois propres, intrinsèques. Il travaille pour lui, et non pour les autres."

Ja wohl, Herr Bonnier! Wir unterschreiben ohne Hinterhalt diesen Ausspruch des berühmten Physiologen; aber Sie, Herr Bonnier, sind im Irrthum, wenn Sie glauben, denselben gegen uns richten zu können. Sie fahren mit der Stange im Nebel herum und indem Sie den Esel zu schlagen meinen, führen Sie eitel Lufthiebe.

Wir wiederholen zu Ihren Handen:

1) Die Nectarien der Blumen scheiden Honig ab, weil sich herausgestellt, daß die Insekten den Honig lieben.
2) Weil die Insekten den Honig lieben, so suchen sie ihn dort, wo sie ihn regelmäßig zu finden gewohnt sind, das heißt, in den Blumen.
3) Weil die Insekten beim Honigsaugen unbewußt Frembbestäubung der Blumen bewirken, wenn sie gewisse Körperstellungen und Bewegungen ausführen, so ist es durch die natürliche Züchtung der Blumen durch Insekten dahin gekommen, daß der Honig gerade dort abgesondert und aufgespeichert wird, wo er am günstigsten liegt, wenn Frembbestäubung durch die saugenden Insekten vermittelt werden soll.
4) Dadurch, daß die honigabsondernden Blumen beim Insektenbesuch der Frembbestäubung unterworfen werden, erlangen sie eine unendlich größere Wohlthat von dem besuchenden Insekt, als der Verlust beträgt, welcher durch das Wegführen des köstlichen Honigsaftes der Blume erwächst.
5) Die Honigabscheidung der Blumen ist somit nicht ein Ausfluß barmherziger Gesinnung von Seite der Blume gegen das hungernde Insekt, sondern — bildlich gesprochen — der Ausfluß des plattesten Egoismus.

Also mit Claude-Bernard sagen auch wir: „L'Organisme travaille pour lui, et non pour les autres.“

Die Pflanze arbeitet (beim Honigabscheiden) für ihren Nutzen, nicht für den Nutzen anderer; denn die Wohlthat, die ihr bei der Fremdbestäubung erwächst, steht eminent höher, als die Gegenleistung in der Honigabsonderung.

Damit können wir von Herrn Gaston Bonnier Abschied nehmen und wieder zurückkehren auf die blumenbesäeten Fluren Germaniens und Italiens.

So ungeheuer wichtig der von den Blumen abgeschiedene Honigsaft für die Sicherung der Fremdbestäubung erscheinen mag, so ist er dennoch keineswegs das einzige als Nahrung für naschhafte Insekten dienende Lockmittel. Ja, in manchen Fällen wird der süße Saft von dem Nectarium-Gewebe nicht einmal nach Außen abgeschieden, sondern er bleibt von der zarten Oberhaut des Nectariums bedeckt und dieses letztere muß daher von den Insekten angebohrt werden, wenn letztere den Saft gewinnen wollen. Dies geschieht in der That bei manchen insektenblüthigen Pflanzen, so z. B. bei einer großen Anzahl von Knabenkräutern, wo die zur Fremdbestäubung nothwendig mitwirkenden Insekten gar häufig den Honigsaft gewinnen, indem sie die zarte Epidermis über dem safterfüllten Gewebe verletzen. Es ist daher die Abwesenheit tropfbar-flüssigen, von lebendigen Blumentheilen abgeschiedenen Honigs keineswegs ein Beweis, daß die Blume den Insekten Nichts zu bieten vermöge. Eine gewissenhafte mikroscopische Untersuchung wird in vielen Fällen alsbald ergeben, daß ein honigführendes Gewebe dennoch vorhanden ist. Und wo auch dieses fehlen sollte, wo also überhaupt von Honigbildung keine Rede sein kann, da ist regelmäßiger Insektenbesuch noch keineswegs ausgeschlossen; denn viele Insekten besuchen die Blüthen nicht allein des süßen Nectars wegen, sondern auch deshalb, weil sie den Pollen als Nahrungsmittel für sich und für die Brut benutzen. Dieß führt uns auf:

Die Bedeutung des Pollens als Lock- und Nahrungsmittel für Insekten.

(Hiezu Tafel VIII.)

Wenn im Februar und März die winterliche Erde ihre Schnee- und Eisdecke verloren hat, so zögern die Weiden und Pappeln nicht lange mit dem Abwerfen ihrer Knospendeckschuppen. Diese Sträucher und Bäume, so licht und laublos, werden nach und nach struppig: Die Knospen schwellen und sprengen endlich ihre lederigen Hüllen. Die kätzchenartigen Blüthenstände strecken sich und bald schimmert es an tausend Punkten roth und gelb aus dem laublosen Zweigwerk. Bei den Pappeln verstäuben die männlichen Blüthenkätzchen ihren trockenen Pollen in den Wind; aber bei den Weiden stellt sich an sonnigen Tagen alsbald ein Heer von lustigem Insektengesindel ein: hier schimmern die männlichen Blüthenkätzchen weithin mit ihren langgestielten Staubblättern, an deren oberen Enden die goldgelben oder röthlich angelaufenen Antheren den orangefarbenen zusammenhängenden, feuchten Pollen an die Sonne setzen. Die Weiden sind insektenblüthige Pflanzen und bekanntlich zweihäusig, d. h. die einen Stöcke



Honig- und blüthenstaubsuchende Insekten auf Weidenblüthen.

bilden bloß männliche, die andern Stöcke bloß weibliche Blüthen. Da der Pollen nicht trockenstäubig ist, sondern in größeren Klümpchen zusammenhängend an den geöffneten Antheren haftet, so bedürfen die Weiden zur Vermittlung der Bestäubung durchaus des Besuches von Seite der Insekten. So unscheinbar die einzelne Blüthe erscheinen mag, da ihr alle glänzenden Blumenblätter abgehen, so groß ist der Effekt, den eine zum Blüthenkätzchen vereinigte Gesellschaft zahlreicher Blüthchen in ihrer Gesammtheit besitzt. Es setzt uns daher nicht in Staunen, wenn wir an warmen Frühlingstagen im Strauchwerk des Flußufers ein Gesumme und Geschwirre wahrnehmen, ähnlich demjenigen der schwärmenden Bienen im blühenden Lindenbaum. Wir haben auf Taf. VIII einige blühende Zweige männlicher Weidenstöcke mit ihren verschiedenartigen Besuchern darzustellen versucht. Oben bei A (Taf. VIII) krappelt eine Honigbiene (Apis melifica), bei B eine schwarze Pelzbiene (Anthophora retusa) und bei C eine dicke Erd-Hummel (Bombus terrestris) an den goldfädigem Blüthenkätzchen herum. Bei D schwebt eine Erdbiene (Andraena Schrankella) herbei, während sich unten rechts und links Hornissen, Wespen, Hummeln, bienen- und fliegenartige Insekten aller Art mit Honigsaugen und Pollensammeln beschäftigen. Hermann Müller hat auf den häufigsten Weiden, nämlich der grauen Weide (Salix cinerea L.), der Sahlweide (Salix Caprea L.) und der geöhrten Weide (Salix aurita L.) nicht weniger als 86 verschiedene Insekten-Arten, angetroffen, die entweder bloß Honig saugten, oder nebstdem auch noch Pollen sammelten. Letzteres geschieht z. B. von der Honigbiene, die sich äußerst zahlreich auf Weidenblüthen einfindet, ferner von einer Seiden-Biene (Colletes cunicularia), die sich — Männchen und Weibchen — zu Hunderten einstellt, weiterhin von manchen Erd- und Sandbienen (Andraena-Arten), deren nicht weniger als 28 verschiedene Species auf den Weiden-Kätzchen beobachtet wurden, wobei in der Regel die Männchen nur Honig saugten, die Weibchen aber auch Pollen sammelten. Auch die fliegenartigen (Dipteren) unter den Freunden der Weidenkätzchen begnügen sich nicht bloß mit dem dargebotenen Honig, sondern die meisten von ihnen verzehren auch Pollen zu ihrer Nahrung, während dagegen die Schmetterlinge — es wurden mehrere Arten auf Weidenblüthen angetroffen — nur den Honigsaft ausbeuten.

Die weiblichen Blüthenkätzchen der Weiden sind weniger auffallend gefärbt, als die männlichen, nichts desto weniger werden sie wohl ebenso häufig oder beinahe so häufig besucht, als die männlichen Inflorescenzen, welch letztere im Allgemeinen wohl häufig zuerst an die Reihe kommen. Haben eben die honigsaugenden Insekten an den lockend-farbigen männlichen Weidenkätzchen die Erfahrung gemacht, daß sie auf derartigen Inflorescenzen nicht umsonst sich nach Nahrung umsehen, so liegt für sie in der ohnedieß blumenarmen Zeit der ersten Frühlingstage die Versuchung sehr nahe, auch bei den auf benachbarten Weiden-Stöcken vorkommenden weiblichen Kätzchen nach Honig zu suchen. Und da sie hiebei nicht getäuscht werden, obschon der Blüthenstaub fehlt, so wird der Besuch der unscheinbarern weiblichen Blüthen ebensowohl zur Regel, als die starke Frequenz der männlichen Kätzchen. Bei diesem Wechsel im Besuche der verschiedenen Kätzchen-Arten wird aber die Bestäubung der weiblichen Blüthen unter der Mitwirkung von Insekten in allen jenen Fällen vollzogen, wo dem Besuche eines weiblichen Kätzchens erst die Einkehr bei männlichen Blüthen vorangegangen ist.

Die Sand- oder Erdbienen (Andraena-Arten), welche ungefähr einen Drittel aller wilden Bienen ausmachen, sind im frühen Lenz für ihre Brutversorgung fast ausschließ-

lich auf den Besuch der Weidenblüthen angewiesen, daher sehen wir die großen Weiden unseres Flachlandes reichlich von ihnen besucht. Aber nicht nur hier, wo in der Regel die grünen Laubblätter erst nach dem Verblühen der Weidenkätzchen zur Entwicklung gelangen und daher die letzteren sich auffallend aus dem laublosen Zweigwerk herausheben, sondern auch in den Alpen werden ganz unscheinbare Weidenarten regelmäßig von Insekten besucht, wie wir an Salix herbacea L. (Fig. 82 und 83) erkennen.

Die krautartige Weide (Salix herbacea) ist ein rasenbildendes Sträuchlein mit zum Theil unterirdisch, zum Theil dicht auf der Erde hinkriechendem Stämmchen von sparriger Verzweigung (Fig. 82); die Zweige erheben sich selten mehr als 4 Centimeter über die Unterlage und sind mit verkehrt-eirunden oder rundlichen Blättern besetzt, die ungefähr die Länge eines Centimeters erreichen, am Rande fein gekerbt sind und, obschon in der Jugend nicht selten seidenhaarig bekleidet, im ausgewachsenen Zustand kahl, lebhaft grün und netzaderig erscheinen.

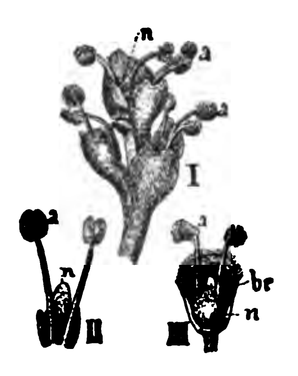


Fig. 82. Die krautartige Weide (Salix herbacea).
Links die männliche Pflanze mit den wenigblüthigen männlichen Kätzchen ♂ ♂
Rechts ♀ die weibliche Pflanze mit den weiblichen Kätzchen fr, fr.
Beide Figuren in natürlicher Größe, zum Theil nach Hermann Müller, zum Theil nach der Natur gezeichnet.

Dieser zwerghaft vegetirende Strauch findet sich häufig auf unseren höhern Alpen, über der Baumregion, in der Nähe der Schneegrenze, nicht allein in den Alpen, sondern auch in den Pyrenäen und im Norden innerhalb des Polarkreises. Im Gebiete unserer Alpen, z. B. am Pilatus, blüht sie gleichzeitig und in nächster Nähe der Frühlings-Enziane (Gentiana acaulis und Gentiana verna) und der mehlblätterigen Primel (Primula farinosa). Ihre ganze pflanzliche Umgebung zeigt einen gedrungenen Hochalpen-Charakter; Alles ist dicht der Erde angeschmiegt und die Insekten, welche an sonnigen warmen Tagen hier herumschwärmen, finden ihre Nahrungsmittel zumeist in sehr kurz gestielten Blüthen; sie halten sich daher auch meist in der warmen Luftregion, die dicht über der geschlossenen rasenartigen Pflanzendecke liegt.

Obgleich nun die krautartige Weide ganz unscheinbare, armblüthige Kätzchen bildet, so wird sie doch von den honiglüsternen Insekten nicht vernachlässiget. Im Gegentheil ist sie ein Beweis dafür, daß auch unscheinbare Blüthen ihre Liebesboten anzulocken verstehen, wenn sie in solcher Umgebung reichlich Honig absondern. In der That tritt hier der Reichthum des abgeschiedenen Honigs an Stelle prangender Farben recht auffällig in der Lücke.

Sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Blüthen sind mit zwei Nectarien versehen, einem großen und einem kleinen (n und n′ in Fig. 83 VI). Das größere Nectarium bildet eine breite fleischige Platte, die oben in ein abgerundetes schmales Ende ausläuft und liegt hinter den Geschlechtsorganen; das kleinere Nectarium dagegen ist schmal,



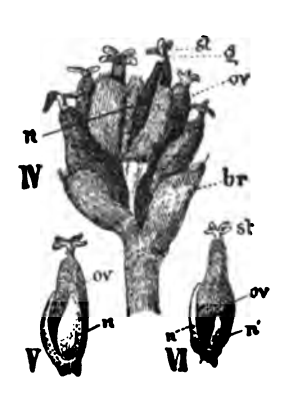


Fig. 83. Die krautartige Weide. (Salix herbacea.)
I. Ein männliches Kätzchen mit 5 Blüthen, die sich in den Achseln schuppenartiger Hochblätter befinden.
II. Eine einzelne männliche Blüthe nach Entfernung des schuppenartigen Hochblattes, in dessen Achsel sie stand, von Außen gesehen.
III. Eine einzelne männliche Blüthe sammt dem schuppenartigen Hoch- (oder Deck-) Blatt, von Innen gesehen.
IV. Ein weibliches Kätzchen mit 6 Blüthen.
V. Eine einzelne weibliche Blüthe von Innen gesehen.
VI. Dieselbe nach Entfernung des Deckblattes schräg von Außen gesehen, so daß man nicht nur das kleine Nectarium n', sondern auch das größere Honigorgan n noch sieht.
In den verschiedenen Figuren bedeutet n — Nectarium, a a — Antheren, br — schuppenförmiges Hoch- (oder Deck-) Blatt. st — Narben; g — Griffel, ov — Fruchtknoten.
(Nach H. Müller.)

fingerförmig, oder es besteht bisweilen auch aus zwei oder drei schmalen fingerförmigen, mit einander verwachsenen Körpern (Fig. 83 VI n'); es liegt unmittelbar hinter dem schuppenartigen Deckblatt (br), in dessen Achsel die einzelne Blüthe steht. Der Griffel der weiblichen Blüthe ist sehr kurz und theilt sich in zwei zweispaltige Aeste.

Der in beiderlei Blüthen reichlich abgesonderte Honig lockt die dicht über der Erde hinsummenden und neugierig ausspähenden Insekten zum Besuche herbei. Eine andere Bestäubung, als durch Vermittlung von honig- und pollensuchenden Insekten ist hier absolut undenkbar, weil der Pollen feucht und nichtstäubend, also unvermögend ist, durch den Wind zu entfernteren weiblichen Stöcken getragen zu werden. Die Befruchtung muß also durchaus unter Mithülfe von Insekten vermittelt werden.

Wir haben somit in der Familie der weidenartigen Gewächse (Salicineen) ein lehrreiches Beispiel dafür, daß zum Herbeilocken von Bestäubung vermittelnden Insekten bei Abwesenheit von duftenden und schimmernden Blüthenblättern eine gesteigerte Honigabsonderung und ein schmackhafter Pollen zusammen den primitiven Anforderungen an eine insektenblüthige Pflanze genügen, zumal dort, wo die kleinen und unscheinbaren Blüthen in dichte Bestände zusammengedrängt erscheinen, wie dies bei den großen Weiden der Flußufer im Flachlande der Fall ist.

„Aber — so wird der aufmerksame Leser einwenden — in den Fällen, wo die besuchenden Insekten den Blüthenstaub verzehren oder für ihre Brut einsammeln, da muß ja doch der Pflanze Schaden erwachsen, da ja gerade diejenigen Geschlechtszellen, welche vom Insekt zum weiblichen Organ hinübergetragen werden sollten, nun von dem herbeigelockten Thiere für sich oder seine Brut in Anspruch genommen werden.“ — Dieser Einwand fällt durch die Thatsache als haltlos dahin, daß beim Honigsaugen und Pollensammeln jedes diesem Geschäfte obliegende Insekt an allen seinen Körperstellen mit Pollen behaftet wird, so daß, wenn nur das tausendste Blüthenkorn von Insektenleib gelegentlich auf die empfängnißfähige Narbe gelangt, trotz des Pollensammelns oder gerade wegen des Pollenfressens und Sammelns die Bestäubung durch Insekten gesichert wird. Die männlichen Fortpflanzungszellen (Pollenkörner) werden auch bei den insektenblüthigen

Gewächsen noch in solcher Zahl gebildet, daß der zehntausendste Theil genügen würde, alle Samenknospen zu befruchten. Gerade darin liegt die Möglichkeit, daß so viele Blüthenpflanzen nicht nur ohne Nachtheil, sondern mit Vortheil von pollenfressenden und pollensammelnden Insekten besucht und bestäubt werden können. Diese Insekten sind immerhin auch in diesen Fällen noch viel zuverlässigere Liebesboten, als es der Wind für die Nadelhölzer, Gräser, Nessel- und Hanfgewächse ist, wo vielleicht kaum das millionenste Pollenkorn auf eine weibliche Blüthe gelangt, um Befruchtung vollziehen zu können, während die übrigen 999,999 trockenen Staubkörner vom Wind in alle Richtungen getragen werden und nutzlos verloren gehen.

In welcher Art die Bestäubung ganz regelmäßig durch jene Insekten vermittelt wird, die nicht allein Honig saugen, sondern auch Pollen genießen und Pollen sammeln, haben wir oben (Fig. 61 pag. 241) bei Besprechung der Quittenblüthe gesehen. Obschon die geschäftigen Bienen dort Tausende und Tausende von Pollenkörnern in Gestalt der bekannten Höschen aus den Quittenblüthen wegtragen: so sind sie trotz alledem die fast ausschließlichen Vermittler der Frembbestäubung und daher die vorzüglichsten Wohlthäter der genannten Pflanze. Und ähnlich verhält es sich in Hunderten und Tausenden von andern Fällen, wie z. B. auch beim Apfel- und Birnbaum.

Ja die Blumenwelt ist in ihrer Duldsamkeit gegenüber der Insektenwelt stellenweise noch viel weiter gegangen. Ein Schmetterling, der als ausschließlicher Vermittler der Bestäubung bei einer Yucca-Art fungirt, verzehrt gelegentlich nicht etwa bloß Honig oder Pollen, sondern sogar einige Samenknospen im Fruchtknoten der von ihm bestäubten Blüthe. Diese Yucca-Motte ist deshalb noch keineswegs ein Verderber, sondern trotz alledem — eben weil er einzig die Bestäubung der Yuccablüthe vermittelt — ein Wohlthäter dieser von ihm besuchten und gelegentlich theilweise von ihm castrirten Pflanze.

Nun gibt es aber auch eine Menge blumensuchender Insekten, welche den Pollen als Nahrungsmittel verschmähen, so z. B. die langrüsseligen Schmetterlinge, welche ausschließlich Honig zu saugen verstehen. Andererseits gibt es wiederum Pflanzen, deren Blüthen den Pollen allerdings an die Insekten übertragen, aber letzteren es unmöglich machen, den Blüthenstaub selbst zu verzehren, indem dieser entweder auf die Stirne festgekittet wird, wie bei so vielen Besuchern der Orchideen-Blüthen (vergl. Fig. 57, 58, 59 und 60 pag. 232—240) oder indem er den Insekten explosionsartig angeschleudert wird, derart, daß sie ihn nicht anders loswerden können, als indem sie den Pollen an andern Blüthen abstreifen. So wird z. B. bei einer brasilianischen Pflanze aus der Familie der Krappgewächse (Rubiaceen), nämlich bei Posoqueria fragrans den langrüsseligen Schmetterlingen aus den jungfräulichen Blüthen der Pollen mit Federkraft auf den Rüssel geschleudert und dem honigsuchenden Falter die Blumenthüre vor der Nase zugeschlossen, während in älteren Blüthen denselben Schmetterlingen der Genuß des Honigs gestattet wird, „aber nicht ohne die Gegenleistung der Kreuzungsvermittlung."

„Die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste."

Unter diesem Titel hat Prof. A. Kerner eine classische Abhandlung publicirt, welche nicht nur Längstbekanntes in übersichtlicher Anordnung zusammengruppirt, sondern eine Menge neuer Gesichtspunkte enthält, die geeignet sind, einen tieferen Einblick in die

Geheimnisse unserer Pflanzenwelt, zumal in die Geheimnisse der „Blumenliebe" zu gewähren. In dieser exakten Arbeit behandelt der Verfasser eine Menge von Merkmalen der allerverschiedensten Pflanzen, welche Merkmale in jedem speciellen Falle dem Träger derselben, d. h. der mit denselben ausgestatteten Pflanze zum Vortheil gereicht. Wir entnehmen der Kerner'schen Arbeit einige der frappantesten Beispiele und lehnen uns in Folgendem an jene erstere an.

Es kann dem aufmerksamen Blumenfreund nicht entgehen, daß selbst den unscheinbarsten Ausbildungen der einzelnen Blüthentheile eine bestimmte Funktion zukommt, und daß die Theile der Blüthe noch weit mehr als die Laubblätter gegen Beschädigungen und Störungen ihrer Funktion geschützt sein müssen, wenn der mit dem Blühen verbundene Vortheil, die Erzeugung einer neuen Generation, erreicht werden soll.

Die im Freien wachsende Pflanze ist vielerlei äußeren Einflüssen, oft von sehr schädigendem Charakter, ausgesetzt und wenn sie ihre Existenz als Art (Species) durch die Erzeugung succedan auf einander folgender Generationen wahren will, so muß die wildwachsende Pflanze gegen jene schädigenden Einflüsse, gegen Frost und Dürre, gegen Wind und Regen, sowie auch gegen die Angriffe von Seiten gefräßiger Thiere mehr oder weniger gewappnet sein. Dies gilt namentlich für jene Zeit, da die Pflanze blüht und in der Erzeugung und Ausbildung der Keime für die nächste Generation bethätiget ist.

Unter den thierischen Schädigern der Blüthenpflanzen kommen nicht allein die weidenden großen Thiere: Wiederkäuer, Einhufer u. s. f., sondern auch die Schnecken, Asseln und Insekten, letztere nicht allein im ausgewachsenen, sondern auch im Larvenzustand, in Betracht. Nun werden die so sehr gefräßigen Schnecken der Helicidengruppe leichter als die andern unberufenen Gäste von den Blüthen abgehalten. „Es genügt nämlich eine Gruppe steifer, nach Abwärts gerichteter Borsten und Stacheln an jenem Theile der Pflanze, über welchen die Schnecke zu den Blüthen aufkriechen müßte, um sie von weiterem Vorbringen abzuhalten." Dieselbe Schutzwehr bewährt sich auch gegenüber weichen Insekten, namentlich gegenüber Larven oder Raupen und den flügellosen Blattläusen (Aphiden). Die letzteren, bekanntlich nicht weniger schädlich als auch ekelhaft, halten sich zumeist auf der Unterseite glatter Laub-Blätter und an den Stielen der Blüthen und Blüthenstände auf, diese Organe oft ganz bedeckend. Versuche haben gezeigt, daß die Blattläuse sich ebenfalls auf Blumenblättern wohl befinden können; wenn sie trotzdem sehr selten in den Blumen selbst angetroffen werden, so liegt die Ursache darin, daß diese flügellosen Insekten beim Vorbringen gegen die zarte Blüthe hin den Weg meist versperrt finden durch borstige, oder spinnenwebige oder wollige Haare der äußersten und untersten Blüthentheile oder durch eigenthümlich bewaffnete Blattränder des Kelches. „Kein Haar ist bedeutungslos." —

Es gibt aber auch außer den Blattläusen noch eine größere Zahl kriechender Insekten, die auf diesem oder jenem Wege in die Blüthe zu gelangen versuchen und hiezu besser organisirt sind, als die weichen zarten Aphiden. Unter den blumenbesuchenden Insekten mit derber Chitinschichte sind in der Regel sämmtliche flügellosen als unwillkommene Gäste zu betrachten. Denn selbst im günstigsten Falle, wo diese kriechenden Kerbthiere eine passende Körperform besitzen, um gelegentlich bald mit den Narben, bald mit den Staubbeuteln in Berührung kommen zu können, selbst in diesem günstigsten Falle erweisen sich diese Eindringlinge als höchst unzuverlässige Liebesboten; denn wenn sie Kreuzung zwischen Blüthen verschiedener Stöcke vermitteln sollten,

ihren Kameraden hinab auf das Fenstergesimse, das ihr kurzsichtiges Auge doch gar nicht wahrnehmen konnte.

Gegen diese intelligenten Bestien hat sich die Blumenwelt durch eine große Zahl von Schutzmitteln mehr oder weniger vollkommen gesichert. So ist bekanntlich die Blüthe des großen Garten-Löwenmaules (Anthirrhinum majus) so lange gegen den Zutritt der Ameisen gesichert, bis von kräftigen Hummeln die Narbe bestäubt worden ist. Ehe das Letztere stattgefunden, sind die beiden Lippen des Löwenmaules dicht geschlossen. Ameisen sind nicht im Stande, sich durch die Maulspalte ins Innere der Krone durchzudrängen, wohl aber vermögen kräftige Hummeln das Hinderniß zu überwinden und während des Honigsaugens die Bestäubung zu vollziehen. Sobald dies geschehen ist und die Blüthe somit Nichts mehr zu wünschen hat, klaffen auch die beiden Lippen nach und nach aus einander und die Ameisen kommen post festum zum Nachschmaus, ohne durch das Lecken des übrig gebliebenen Honigs hier schaden zu können.

Sehr häufig stellen sich — und zwar in den verschiedensten Blumen — jene zudringlichen kleinen Insekten ein, die unter dem Namen Blasenfüße (Thrips) als schlanke Thierchen mit verkümmerten Flügeln beschrieben werden. Die Ansichten über den Nutzen oder Schaden dieser kleinen Blumenfreunde gehen noch auseinander. Es ist aber wahrscheinlich, daß in vielen Fällen gewisse Blasenfüße die Bestäubung und zwar nicht etwa blos die Belegung der Narben mit dem Pollen derselben Blüthe, sondern auch Fremdbestäubung vermitteln. A. Kerner macht ganz besonders darauf aufmerksam, daß manche in den Blumen häufig anzutreffende Thripsarten gewohnt sind, sich durch plötzliches Abschnellen von Blume zu Blume zu bewegen, wobei sie sich als Vermittler der Kreuzung zwischen verschiedenen Blüthen ebenso nützlich erweisen können, wie rasch fliegende Insekten, ja daß sie in vielen Fällen gar nicht anders, als eben durch Sprungbewegungen von Blüthe zu Blüthe gelangen können, weil bei vielen Blüthen durch einen drüsig behaarten oder anders bewaffneten Kelch diesen kleinen Thierchen das Absteigen zum Stengel und seinen Zweigen verunmöglichet wird. So haben wir hier einen Fall vor uns, wo die Organisation der Pflanzen gewisse Insekten veranlaßt hat, Gewohnheiten der Fortbewegung anzunehmen, die im Gegensatz zur allgemein gültigen Bewegungsart des Fliegens oder Kriechens stehen.

Ehe wir des Näheren auf die Schutzmittel der Blüthen im engeren Sinne eingehen, haben wir erst noch jener Charaktere und Merkmale zu erwähnen, die manchen Pflanzen im vegetativen Zustande, lange vor der Blüthezeit eigen sind, Charaktere und Merkmale, durch welche die vegetativen Pflanzentheile, grüne Blätter und Stengelorgane, vor vernichtenden Angriffen der Thiere geschützt werden. Diese Schutzmittel der vegetativen Organe kommen ja selbstverständlich im weiteren Sinne auch den Blüthen zu gut; denn jede Pflanze, die an der vegetativen Entwicklung fortwährend Schaden leidet, kann unmöglich zum Blühen und Fructificiren gelangen aus dem einfachen Grunde, weil die Blüthentheile sich aus Baustoffen bilden, die in den grünen Laubblättern erzeugt und von vegetativen Stengeltheilen, Zweigen 2c. weiter transportirt werden bis zu dem Orte, wo die Blüthe entstehen soll.

Zu den Schutzmitteln der die Baustoffe für die Blüthen erzeugenden Laubblätter gehören in erster Linie die Pflanzen-Alkaloide, welche manche Gewächse im Zellsaft ihrer vegetativen Organe bilden, wodurch sie vor Vertilgung im großen Maßstabe gesichert werden, weil die betreffenden Alkaloide sehr vielen pflanzenfressenden Thieren zu-

oder Stellvertreter von solchen keine Baustoffe für die Entwicklung von Blüthen zu bilden vermöchte.

So sehen wir denn, daß die Pflanze schon während ihrer Jugendzeit sich mancher Angriffe von Seite der Thierwelt zu erwehren hat. In der That stehen die Gewächse mehr oder weniger fast fortwährend mit dem Thierreich auf Kriegsfuß; freilich ist das Verhalten der Pflanze ein mehr passives, ein defensives gegen die Offensive der gefräßigen Bestien, mit denen sie den Kampf ums Dasein zu bestehen hat.

Noch weit mehr als die Laubblätter sind die Blüthentheile vor den Uebergriffen der Thiere zu schützen; denn ohne solchen Schutz würde die Existenz der Nachkommenschaft in Frage gestellt werden. „Jene Pflanzen, deren Blüthen sogar eine leckere, gesuchte Speise für alle auf Pflanzenkost angewiesenen Thiere bilden würden, müßten früher oder später untergehen, weil sie von jenen andern, an welchen Schutzmittel der Blüthen ausgebildet sind, und die sich daher in entschiedenem Vortheile befinden, allmälig überwuchert, unterdrückt und verdrängt würden.“ (A. Kerner.)

Andererseits sind es aber in den meisten Fällen bei unsern höheren Blüthenpflanzen auch wieder Thiere, und zwar oft nur gewisse Insekten, welche die Bestäubung vermitteln und daher als willkommene Gäste vor jenen andern Thieren, die eine solche Vermittlung nicht ausüben und daher als unwillkommene zu bezeichnen sind, sich auszeichnen.

Wenn wir in den vorhergehenden Abschnitten die Lockmittel der Blumen gegen die willkommenen, Bestäubung vermittelnden Insekten in Farbenpracht, Wohlgeruch, Honigabsonderung und Darbietung genießbaren Pollens kennen gelernt haben, so bleibt uns im Nachstehenden noch eine Uebersicht der Schutzmittel der Blumen gegen unberufene Gäste zu suchen. Professor Kerner hat mit Recht ganz besonders betont, daß die Blüthe sich nicht nur gegen die Angriffe von einerlei Thieren zu wehren habe, sondern gegen eine Menge mannigfaltig organisirter und verschieden disponirter Feinde sich wehren müsse. Es würde daher — sagt der genannte Forscher — auch eine einzige Schutzwehr nicht genügen; im Gegentheil muß jeder einzelne Blüthentheil gegen Thiere verschiedenster Größe und Gestalt mit zwei, drei und oft auch noch mehr Schutzmitteln versehen sein.

Trotzdem gibt es bei aller Mannigfaltigkeit schützender Vorrichtungen gewisse Typen von Schutzwehren; bestimmte Mechanismen und Vorrichtungen kehren immer wieder, so daß man die Schutzmittel in Gruppen übersichtlich zusammenstellen kann.

So gibt es eine Kategorie von Schutzmitteln, die darin bestehen, daß die Blumen vor Angriffen von Seiten einiger Thiere gesichert werden, indem sich in der Blüthe selbst Stoffe bilden, welche diesen Thieren widerlich sind.

Weidende Rinder beschnuppern gelegentlich die so sehr wohlriechenden Blüthen des „Wintergrüns“ (Pyrola), der zweiblätterigen Stendelwurz (Platanthera bifolia), des wohlriechenden Knabenkrautes (Gymnadenia odoratissima), des Maiglöckchens (Convallaria majalis), des wohlriechenden Veilchens (Viola odorata) und sehr vieler anderer Gewächse, ohne diese Blüthen abzuweiden. Jeder Bauer und Viehzüchter weiß, daß seine Rinder auf den herbstlichen Wiesen die Blüthen der Herbstzeitlose (Colchicum), des Studentenrösleins (Parnassia) und des Augentrostes (Euphrasia) unberührt lassen. Kein Rind verzehrt die wohlriechenden Blätter der Rosen, Malven, Lilien und Nelken; Aehnliches gilt von den Gemsen der Alpen, die eine Menge schöner und großer, wohl-

riechender und nichtriechender Blüthen unberührt lassen, während sie die Laubblätter derselben Pflanzen abweiden.

Keinem Alpengänger ist unbekannt, daß häufig in der Nähe von Sennhütten große Bestände des üppigen Senecio cordatus angetroffen werden, bei denen die Blüthen unberührt bleiben, während den Blättern dieser großen Krautpflanze von den weidenden Thieren (Schafen, Ziegen, Rindern) arg zugesetzt wird. Aehnlich verhält es sich mit den dort wachsenden Schafgarben, den großblüthigen Glockenblumen und Rapunzeln (Phyteuma), den Skabiosen und zahlreichen andern Alpenpflanzen.

Beim gemeinen Frauenmantel (Alchemilla vulgaris), dessen kleine Blüthen zwischen großen Laubblättern eingebettet sind und somit verzehrt würden, wenn das Laub abgeweidet und vernichtet würde, bleibt auch das grüne Laubwerk von den weidenden Thieren unberührt, wie dies z. B. auf dem Urner Boden am Klausenpaß sofort in die Augen fällt, wo ganze Hectaren saftiger Weiden fast vollständig von Alchemilla bedeckt sind und daher unberührt liegen bleiben.

In all diesen Fällen, wo die Blüthen von den weidenden Thieren notorisch gemieden werden, sind es entweder Alkaloide oder ätherische Oele oder Harze oder ein Gemenge dieser Stoffe, welche in den Blüthen selbst gebildet werden und gleichzeitig die Säugethiere abstoßen, während sie andererseits Insekten von fernher anlocken. Das Aroma so mancher Blumen dient also offenbar gleichzeitig zweierlei Aufgaben, was nun freilich der kurzsichtige Gaston Bonnier gar nicht einzusehen vermöchte. Wie oft wird durch ein und dasselbe Mittel eine doppelte Funktion ausgeübt! „Zwei Fliegen auf Einen Schlag!" Ich weiß nicht, ob die Franzosen ein ähnliches Sprichwort besitzen; sicher ist, daß ihr größter Nectarien-Kenner ein solches nicht kennt.

Bei manchen Pflanzen wird gewissen Thieren der Zugang zu den Blüthen verunmöglichet, indem die letzteren durch Wasser abgesperrt werden. Dies ist namentlich häufig bei verschiedenen Bromeliaceen (Verwandte der Ananas) der Fall, wo am Grunde des langen Blüthenschaftes durch die rosettig dicht gestellten steifen Blätter ein großes Becken gebildet wird, das — mit atmosphärischen Niederschlägen erfüllt — einen Wasserteich bildet, in dessen Mitte der hohe Schaft sich erhebt, an dessen obern Ende die zahlreichen honigführenden Blüthen stehen. Letztere werden auf diese Weise gegen die kriechenden Insekten geschützt. Ameisen und Asseln ꝛc. bleiben abgeschlossen, während die willkommenen Gäste auf ihren Flügeln ungehindert Zutritt erhalten.

Aehnlich verhält es sich bei manchen Karden-Disteln (Dipsacus), wo am hohen Stengel in verschiedenen Abständen je zwei Blätter einander gegenübergestellt und mit ihren unteren, den Stengel umfassenden Theilen derart verwachsen sind, daß je ein solches Blattpaar um den Stengel herum einen becherförmigen oder schüsselförmigen Raum bildet, der, von Thau- und Regenwasser erfüllt, das Aufsteigen kriechender Insekten in die höhern Stengelregionen, also zu den Blüthenständen hinauf verunmöglichet. Kerner hat bei der schlitzblätterigen Karde (Dipsacus laciniatus) acht größere Wasserbecken auf den verschiedenen Höhen am Stengel beobachtet, welche 8 Teiche von Thau- und Regenwasser mit dem Gesammt-Inhalt von $1^1/_2$ Liter bildeten. Tagelang bleibt sich bei hellem, sonnigem Wetter der Wasserstand gleich, da allmälig der reichlich auf den Blättern zusammenfließende Thau den durch Verdunstung bei Tag abgehenden Wasserverlust ersetzt. Wollten kriechende Insekten oder Asseln u. dergl. vom Boden her zu den Blüthenständen

vorbringen, so müßten diese Thiere somit circa 8 verschiedene Wasserbecken von 6 bis 10 Centimeter Tiefe passiren, was sie selbstverständlich unterlassen. Die Kardendistel-Blüthen sind aber für Frembbestäubung durch fliegende Insekten eingerichtet, weil sie ausgeprägte Proterandrie zeigen; aufkriechende Thiere, welche ohne Vortheil, ja zum Nachtheil der Pflanze den Nectar wegnehmen würden, sind unwillkommen und werden daher in angegebener Weise von den honigreichen Blüthen abgehalten.

Ein Gleiches zeigen einige großblätterige Enzian-Arten (Gentiana lutea und Gentiana punctata), wo die paarweise einander gegenübergestellten Laubblätter an ihrer stengelumfassenden Basis ebenfalls teichartige Ansammlungen von Wasser veranlassen und es kriechenden Insekten unmöglich machen, zu den honigreichen Blüthen vorzubringen.

Am radikalsten schützen sich diejenigen Pflanzen, welche in Wasser untergetaucht ihre vegetativen Organe entwickeln und ihre für Frembbestäubung durch fliegende Insekten eingerichtete Blüthen über den Wasserspiegel erheben, wobei selbstverständlich die kriechenden Thiere ohne besondere Schutzmittel der Pflanze von den edelsten Organen abgehalten werden. Dies ist der Fall bei der weißen und gelben Seerose (Nymphaea alba und Nuphar luteum), beim Froschlöffel (Alisma Plantago), bei der Blumen-Binse (Butomus umbellatus), beim Schlauchkraut (Utricularia vulgaris), vergl. unsere Sumpflandschaft mit den fleischfressenden Pflanzen (Taf. III).

Fast wunderbar erscheint das Verhalten eines Sumpf-Knöterichs (Polygonum amphibium), der bald im stehenden Wasser, bald auf trocken gelegtem Schlammboden zur Blüthe gelangt. Es ist erwiesen, daß diese Polygonum-Art durchaus fliegender Insekten bedarf, wenn die Blüthen befruchtet werden sollen. Letztere scheiden daher auch reichlich Honig ab, nach welchem auch kriechende Thiere lüstern sind. Nun bedarf aber der Knöterich gar keiner abwehrender Schutzmittel, sofern er im Wasser stehend zum Blühen kommt, und in der That unterbleiben in diesem Falle auch alle Schutzvorrichtungen gegen kriechende Thiere. Wenn nun aber das Wasser abfließt oder austrocknet und die Pflanze so zu sagen aufs Trockene gesetzt wird, so bilden die Blätter und Stengeltheile eine Menge von dicht stehenden Drüsenhaaren, die eine klebrige Masse absondern, wodurch die betreffenden Organe für kriechende Thiere unpassirbar werden. Auf diese Weise treten die Drüsenhaare der Pflanze als Schutzmittel gegen Kriechthiere an die Stelle des abhanden gekommenen Wasserspiegels, in welchem die Pflanze vorher gestanden und in welchem stehend diese Polygonum-Art keiner weiteren Schutzmittel bedarf.

Dieser interessante Fall führt uns zu einer andern Kategorie von Schutzmitteln der Blüthen gegen ungerufene Gäste, nämlich zu jenen Fällen, wo die Blüthen regelmäßig durch ausgeschiedene Klebstoffe harzigen oder schleimigen Charakters vor kriechenden kleineren Thieren geschützt werden. Es geschieht diese Klebstoffausscheidung sehr häufig an den Axenorganen unmittelbar unter der Blüthe, also an Blüthenstielen und Inflorescenz-Zweigen, so z. B. bei der klebrigen Robinie (Robinia viscosa), die da und dort in unseren Anlagen getroffen wird. Die gefliederten Blätter dieses Robinie sind glatt, kahl und nicht klebrig; dagegen scheiden diejenigen Zweige, welche Blüthentrauben tragen und auch der untere Theil der Traubenspindel eine harzige Schichte klebender Substanzen aus, welche es Ameisen und andern kriechenden Insekten unmöglich macht, zu den honigabsondernden Blüthen aufzusteigen. In ähnlicher Weise schützen die Klebstoffe bei manchen Akelei-Arten (Aquilegia), bei Listera ovata (einem Knabenkraut unserer Waldwiesen), bei einer Menge von Steinbrecharten (Saxifrageen), Lippenblüttern (Labiaten)

lich auf den Besuch der Weidenblüthen angewiesen, daher sehen wir die großen Weiden unseres Flachlandes reichlich von ihnen besucht. Aber nicht nur hier, wo in der Regel die grünen Laubblätter erst nach dem Verblühen der Weidenkätzchen zur Entwicklung gelangen und daher die letzteren sich auffallend aus dem laublosen Zweigwerk herausheben, sondern auch in den Alpen werden ganz unscheinbare Weidenarten regelmäßig von Insekten besucht, wie wir an Salix herbacea L. (Fig. 82 und 83) erkennen.

Die krautartige Weide (Salix herbacea) ist ein rasenbildendes Sträuchlein mit zum Theil unterirdisch, zum Theil dicht auf der Erde hinkriechendem Stämmchen von sparriger Verzweigung (Fig. 82); die Zweige erheben sich selten mehr als 4 Centimeter über die Unterlage und sind mit verkehrt-eirunden oder rundlichen Blättern besetzt, die ungefähr die Länge eines Centimeters erreichen, am Rande fein gekerbt sind und, obschon in der Jugend nicht selten seidenhaarigbekleidet, im ausgewachsenen Zustand kahl, lebhaft grün und netzaderig erscheinen.

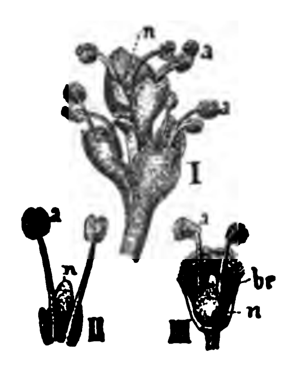


Fig. 82. Die krautartige Weide (Salix herbacea).
Links die männliche Pflanze mit den wenigblüthigen männlichen Kätzchen ♂ ♂
Rechts ♀ die weibliche Pflanze mit den weiblichen Kätzchen fr, fr.
Beide Figuren in natürlicher Größe, zum Theil nach Hermann Müller, zum Theil nach der Natur gezeichnet.

Dieser zwerghaft vegetirende Strauch findet sich häufig auf unseren höhern Alpen, über der Baumregion, in der Nähe der Schneegrenze, nicht allein in den Alpen, sondern auch in den Pyrenäen und im Norden innerhalb des Polarkreises. Im Gebiete unserer Alpen, z. B. am Pilatus, blüht sie gleichzeitig und in nächster Nähe der Frühlings-Enziane (Gentiana acaulis und Gentiana verna) und der mehlblätterigen Primel (Primula farinosa). Ihre ganze pflanzliche Umgebung zeigt einen gedrungenen Hochalpen-Charakter; Alles ist dicht der Erde angeschmiegt und die Insekten, welche an sonnigen warmen Tagen hier herumschwärmen, finden ihre Nahrungsmittel zumeist in sehr kurz gestielten Blüthen; sie halten sich daher auch meist in der warmen Luftregion, die dicht über der geschlossenen rasenartigen Pflanzendecke liegt.

Obgleich nun die krautartige Weide ganz unscheinbare, armblüthige Kätzchen bildet, so wird sie doch von den honiglüsternen Insekten nicht vernachlässiget. Im Gegentheil ist sie ein Beweis dafür, daß auch unscheinbare Blüthen ihre Liebesboten anzulocken verstehen, wenn sie in solcher Umgebung reichlich Honig absondern. In der That tritt hier der Reichthum des abgeschiedenen Honigs an Stelle prangender Farben recht auffällig in der Lücke.

Sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Blüthen sind mit zwei Nectarien versehen, einem großen und einem kleinen (n und n′ in Fig. 83 VI). Das größere Nectarium bildet eine breite fleischige Platte, die oben in ein abgerundetes schmales Ende ausläuft und liegt hinter den Geschlechtsorganen; das kleinere Nectarium dagegen ist schmal,



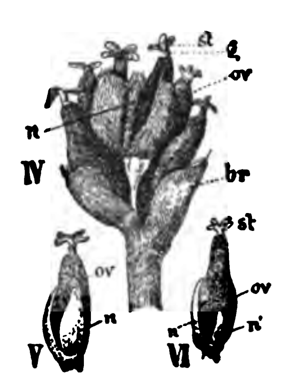


Fig. 83. Die krautartige Weide. (Salix herbacea.)
I. Ein männliches Kätzchen mit 5 Blüthen, die sich in den Achseln schuppenartiger Hochblätter befinden.
II. Eine einzelne männliche Blüthe nach Entfernung des schuppenartigen Hochblattes, in dessen Achsel sie stand, von Außen gesehen.
III. Eine einzelne männliche Blüthe sammt dem schuppenartigen Hoch- (oder Deck-) Blatt, von Innen gesehen.
IV. Ein weibliches Kätzchen mit 6 Blüthen.
V. Eine einzelne weibliche Blüthe von Innen gesehen.
VI. Dieselbe nach Entfernung des Deckblattes schräg von Außen gesehen, so daß man nicht nur das kleine Nectarium n', sondern auch das größere Honigorgan n noch sieht.
In den verschiedenen Figuren bedeutet n — Nectarium, a a — Antheren, br — schuppenförmiges Hoch- (oder Deck-) Blatt. st — Narben; g — Griffel, ov — Fruchtknoten.
(Nach H. Müller.)

fingerförmig, oder es besteht bisweilen auch aus zwei oder drei schmalen fingerförmigen, mit einander verwachsenen Körpern (Fig. 83 VI n'); es liegt unmittelbar hinter dem schuppenartigen Deckblatt (br), in dessen Achsel die einzelne Blüthe steht. Der Griffel der weiblichen Blüthe ist sehr kurz und theilt sich in zwei zweispaltige Aeste.

Der in beiderlei Blüthen reichlich abgesonderte Honig lockt die dicht über der Erde hinsummenden und neugierig ausspähenden Insekten zum Besuche herbei. Eine andere Bestäubung, als durch Vermittlung von honig- und pollensuchenden Insekten ist hier absolut undenkbar, weil der Pollen feucht und nichtstäubend, also unvermögend ist, durch den Wind zu entfernteren weiblichen Stöcken getragen zu werden. Die Befruchtung muß also durchaus unter Mithülfe von Insekten vermittelt werden.

Wir haben somit in der Familie der weidenartigen Gewächse (Salicineen) ein lehrreiches Beispiel dafür, daß zum Herbeilocken von Bestäubung vermittelnden Insekten bei Abwesenheit von duftenden und schimmernden Blüthenblättern eine gesteigerte Honigabsonderung und ein schmackhafter Pollen zusammen den primitiven Anforderungen an eine insektenblüthige Pflanze genügen, zumal dort, wo die kleinen und unscheinbaren Blüthen in dichte Bestände zusammengedrängt erscheinen, wie dies bei den großen Weiden der Flußufer im Flachlande der Fall ist.

„Aber — so wird der aufmerksame Leser einwenden — in den Fällen, wo die besuchenden Insekten den Blüthenstaub verzehren oder für ihre Brut einsammeln, da muß ja doch der Pflanze Schaden erwachsen, da ja gerade diejenigen Geschlechtszellen, welche vom Insekt zum weiblichen Organ hinübergetragen werden sollten, nun von dem herbeigelockten Thiere für sich oder seine Brut in Anspruch genommen werden." — Dieser Einwand fällt durch die Thatsache als haltlos dahin, daß beim Honigsaugen und Pollensammeln jedes diesem Geschäfte obliegende Insekt an allen seinen Körperstellen mit Pollen behaftet wird, so daß, wenn nur das tausendste Blüthenkorn von Insektenleib gelegentlich auf die empfängnißfähige Narbe gelangt, trotz des Pollensammelns oder gerade wegen des Pollenfressens und Sammelns die Bestäubung durch Insekten gesichert wird. Die männlichen Fortpflanzungszellen (Pollenkörner) werden auch bei den insektenblüthigen

Gewächsen noch in solcher Zahl gebildet, daß der zehntausendste Theil genügen würde, alle Samenknospen zu befruchten. Gerade darin liegt die Möglichkeit, daß so viele Blüthenpflanzen nicht nur ohne Nachtheil, sondern mit Vortheil von pollenfressenden und pollensammelnden Insekten besucht und bestäubt werden können. Diese Insekten sind immerhin auch in diesen Fällen noch viel zuverlässigere Liebesboten, als es der Wind für die Nadelhölzer, Gräser, Nessel- und Hanfgewächse ist, wo vielleicht kaum das millionenste Pollenkorn auf eine weibliche Blüthe gelangt, um Befruchtung vollziehen zu können, während die übrigen 999,999 trockenen Staubkörner vom Wind in alle Richtungen getragen werden und nutzlos verloren gehen.

In welcher Art die Bestäubung ganz regelmäßig durch jene Insekten vermittelt wird, die nicht allein Honig saugen, sondern auch Pollen genießen und Pollen sammeln, haben wir oben (Fig. 61 pag. 241) bei Besprechung der Quittenblüthe gesehen. Obschon die geschäftigen Bienen dort Tausende und Tausende von Pollenkörnern in Gestalt der bekannten Höschen aus den Quittenblüthen wegtragen: so sind sie trotz alledem die fast ausschließlichen Vermittler der Fremdbestäubung und daher die vorzüglichsten Wohlthäter der genannten Pflanze. Und ähnlich verhält es sich in Hunderten und Tausenden von andern Fällen, wie z. B. auch beim Apfel- und Birnbaum.

Ja die Blumenwelt ist in ihrer Duldsamkeit gegenüber der Insektenwelt stellenweise noch viel weiter gegangen. Ein Schmetterling, der als ausschließlicher Vermittler der Bestäubung bei einer Yucca-Art fungirt, verzehrt gelegentlich nicht etwa bloß Honig oder Pollen, sondern sogar einige Samenknospen im Fruchtknoten der von ihm bestäubten Blüthe. Diese Yucca-Motte ist deshalb noch keineswegs ein Verderber, sondern trotz alledem — eben weil er einzig die Bestäubung der Yuccablüthe vermittelt — ein Wohlthäter dieser von ihm besuchten und gelegentlich theilweise von ihm castrirten Pflanze.

Nun gibt es aber auch eine Menge blumensuchender Insekten, welche den Pollen als Nahrungsmittel verschmähen, so z. B. die langrüsseligen Schmetterlinge, welche ausschließlich Honig zu saugen verstehen. Andererseits gibt es wiederum Pflanzen, deren Blüthen den Pollen allerdings an die Insekten übertragen, aber letzteren es unmöglich machen, den Blüthenstaub selbst zu verzehren, indem dieser entweder auf die Stirne festgekittet wird, wie bei so vielen Besuchern der Orchideen-Blüthen (vergl. Fig. 57, 58, 59 und 60 pag. 232—240) oder indem er den Insekten explosionsartig angeschleudert wird, derart, daß sie ihn nicht anders loswerden können, als indem sie den Pollen an andern Blüthen abstreifen. So wird z. B. bei einer brasilianischen Pflanze aus der Familie der Krappgewächse (Rubiaceen), nämlich bei Posoqueria fragrans den langrüsseligen Schmetterlingen aus den jungfräulichen Blüthen der Pollen mit Federkraft auf den Rüssel geschleudert und dem honigsuchenden Falter die Blumenthüre vor der Nase zugeschlossen, während in älteren Blüthen denselben Schmetterlingen der Genuß des Honigs gestattet wird, „aber nicht ohne die Gegenleistung der Kreuzungsvermittlung."

„Die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste."

Unter diesem Titel hat Prof. A. Kerner eine classische Abhandlung publicirt, welche nicht nur Längstbekanntes in übersichtlicher Anordnung zusammengruppirt, sondern eine Menge neuer Gesichtspunkte enthält, die geeignet sind, einen tieferen Einblick in die

Geheimnisse unserer Pflanzenwelt, zumal in die Geheimnisse der „Blumenliebe" zu gewähren. In dieser exakten Arbeit behandelt der Verfasser eine Menge von Merkmalen der allerverschiedensten Pflanzen, welche Merkmale in jedem speciellen Falle dem Träger derselben, d. h. der mit denselben ausgestatteten Pflanze zum Vortheil gereicht. Wir entnehmen der Kerner'schen Arbeit einige der frappantesten Beispiele und lehnen uns in Folgendem an jene erstere an.

Es kann dem aufmerksamen Blumenfreund nicht entgehen, daß selbst den unscheinbarsten Ausbildungen der einzelnen Blüthentheile eine bestimmte Funktion zukommt, und daß die Theile der Blüthe noch weit mehr als die Laubblätter gegen Beschädigungen und Störungen ihrer Funktion geschützt sein müssen, wenn der mit dem Blühen verbundene Vortheil, die Erzeugung einer neuen Generation, erreicht werden soll.

Die im Freien wachsende Pflanze ist vielerlei äußeren Einflüssen, oft von sehr schädigendem Charakter, ausgesetzt und wenn sie ihre Existenz als Art (Species) durch die Erzeugung succedan auf einander folgender Generationen wahren will, so muß die wildwachsende Pflanze gegen jene schädigenden Einflüsse, gegen Frost und Dürre, gegen Wind und Regen, sowie auch gegen die Angriffe von Seiten gefräßiger Thiere mehr oder weniger gewappnet sein. Dies gilt namentlich für jene Zeit, da die Pflanze blüht und in der Erzeugung und Ausbildung der Keime für die nächste Generation bethätiget ist.

Unter den thierischen Schädigern der Blüthenpflanzen kommen nicht allein die weidenden großen Thiere: Wiederkäuer, Einhufer u. s. f., sondern auch die Schnecken, Asseln und Insekten, letztere nicht allein im ausgewachsenen, sondern auch im Larvenzustand, in Betracht. Nun werden die so sehr gefräßigen Schnecken der Helicidengruppe leichter als die andern unberufenen Gäste von den Blüthen abgehalten. „Es genügt nämlich eine Gruppe steifer, nach Abwärts gerichteter Borsten und Stacheln an jenem Theile der Pflanze, über welchen die Schnecke zu den Blüthen aufkriechen müßte, um sie von weiterem Vordringen abzuhalten." Dieselbe Schutzwehr bewährt sich auch gegenüber weichen Insekten, namentlich gegenüber Larven oder Raupen und den flügellosen Blattläusen (Aphiden). Die letzteren, bekanntlich nicht weniger schädlich als auch ekelhaft, halten sich zumeist auf der Unterseite glatter Laub-Blätter und an den Stielen der Blüthen und Blüthenstände auf, diese Organe oft ganz bedeckend. Versuche haben gezeigt, daß die Blattläuse sich ebenfalls auf *Blumenblättern* wohl befinden können; wenn sie trotzdem sehr selten in den Blumen selbst angetroffen werden, so liegt die Ursache darin, daß diese flügellosen Insekten beim Vordringen gegen die zarte Blüthe hin den Weg meist versperrt finden durch borstige, oder spinnenwebige oder wollige Haare der äußersten und untersten Blüthentheile oder durch eigenthümlich bewaffnete Blattränder des Kelches. „Kein Haar ist bedeutungslos." —

Es gibt aber auch außer den Blattläusen noch eine größere Zahl *kriechender* Insekten, die auf diesem oder jenem Wege in die Blüthe zu gelangen versuchen und hiezu besser organisirt sind, als die weichen zarten Aphiden. Unter den blumenbesuchenden Insekten mit *derber Chitinschichte* sind in der Regel sämmtliche *flügellosen* als *unwillkommene Gäste* zu betrachten. Denn selbst im günstigsten Falle, wo diese kriechenden Kerbthiere eine passende Körperform besitzen, um gelegentlich bald mit den Narben, bald mit den Staubbeuteln in Berührung kommen zu können, selbst in diesem günstigsten Falle erweisen sich diese Eindringlinge als höchst unzuverlässige Liebesboten; denn wenn sie Kreuzung zwischen Blüthen verschiedener Stöcke vermitteln sollten,

so müßten sie immer wieder auf die Erde zurückkehren, um zum nächsten Stocke gelangen zu können; hiebei ginge nicht nur sehr viel köstliche Zeit verloren, sondern der Pollen, welcher dem kriechenden Insekte allfällig nach dem ersten Blüthenbesuch anhaften sollte, würde auf dem complicirten „Weg mit Hindernissen" ohne Zweifel vorher vom Insektenleib abgestreift oder durch Wind und Wetter entführt worden sein, lange bevor die passende Blüthe eines zweiten Stockes erreicht wäre.

Während die geflügelten Insekten regelmäßig rasch nacheinander, von Blume zu Blume fliegend, viele Blüthen derselben Pflanzenart besuchen, verweilen die flügellosen Insekten viel länger in derselben Blüthe und beeilen sich gar nicht so sehr, eine andere Blüthe oder gar einen andern Pflanzenstock aufzusuchen und wenn sie schließlich dieses letztere thun, so lassen sie sich auf dem Wege dahin durch jeden Zufall ablenken, ungefähr so, wie dies bei den angestellten Knaben der Züricher Sortiments-Buchhändler geschieht, wenn sie die zur Einsicht versandten Bücher in die Häuser verschiedener Stadttheile und Straßen zu tragen haben.

Unter diesen flügellosen, höchst unzuverlässigen und daher nur schädlichen Blumenbesuchern sind vorab die Ameisen als unberufene, unwillkommene Gäste zu nennen. Das sind nicht nur sehr naschhafte, nach allem Süßen ausspähende, sondern auch sehr intelligente und ausdauernde Gesellen. Sie wittern die verlockende Nahrung auf beträchtliche Distanzen und sind nach dem Blüthen-Nectar nicht weniger lüstern, als nach dem von Blattläusen ausgeschiedenen süßen Saft, den sie sogar aus dem lebenden Thiere zu melken verstehen. Es ist bekannt, wie die Ameisen so oft in die Vorrathskammern unserer Hausfrauen einbrechen, süßes Obst, Trauben, Zuckerwerk, Fruchtsäfte u. drgl. plündern, oft ohne daß man Einsicht in ihre wunderbaren Wege zu gewinnen im Stande ist. Man hat beobachtet, daß sie den Draht eines Glockenzuges benutzten, um vom Garten aus ihre Plünderungs-Procession in die Vorrathskammern eines zweistöckigen Hauses ausführen zu können. Noch sprechender manifestirt sich die Intelligenz dieser Räuberbande in einer von Gredler mitgetheilten Beobachtung, die wir der oben citirten Abhandlung von A. Kerner entnehmen. Ein feiner Beobachter legte seit Monaten einem Ameisenzuge, welcher vom Garten zum Zimmerfenster des an den Garten stoßenden Gebäudes regelmäßige Processionen unterhielt, auf dem Gesimse zerstoßenen Zucker vor. Er kam nun auf den Einfall, den zerstoßenen Zucker in ein Gefäß zu geben, welches er an einem Faden am Querbalken des Fensterkreuzes befestigte, und damit die bisher gehegten Pfleglinge auch vom höher gehängten Brodkorbe Kunde nähmen, wurde eine Anzahl Individuen desselben Ameisenzuges hineingegeben. Diese geschäftigen Geschöpfe faßten nunmehr ihre Zuckerkrümchen an, fanden alsbald den einzigen Verbindungsweg, den Faden hinan, über den Querbalken und den Fensterrahmen herab und standen jetzt bei den Ihrigen wieder auf dem Gesimse, um von hier die gewohnte Passage über das hohe Gemäuer hinab bis zur Garten-Colonie fortzusetzen. Nicht lange, so war auch der Zug auf der einen Strecke vom Fenstergesimse über den Fensterrahmen, Querbalken und Faden zur Zucker-Niederlage organisirt und so gings ein paar Tage fort, ohne daß sich etwas Neues begab. Doch eines Morgens hielt der Ameisenzug an der alten Stelle an und holte dort, nämlich wieder vom Fenstergesimse weg, seine Colonialwaaren. Kein Stück passirte mehr die Strecke von hier zum aufgehängten Zuckergefäße. Dies war doch nicht leer geworden? — Nichts von dem: aber ein Dutzend Kerle arbeiteten rüstig und unverdrossen im Gefäße droben, trugen die Krümchen nunmehr blos bis an den Rand desselben und warfen sie

ihren Kameraden hinab auf das Fenstergesimse, das ihr kurzsichtiges Auge doch gar nicht wahrnehmen konnte.

Gegen diese intelligenten Bestien hat sich die Blumenwelt durch eine große Zahl von Schutzmitteln mehr oder weniger vollkommen gesichert. So ist bekanntlich die Blüthe des großen Garten-Löwenmaules (Anthirrhinum majus) so lange gegen den Zutritt der Ameisen gesichert, bis von kräftigen Hummeln die Narbe bestäubt worden ist. Ehe das Letztere stattgefunden, sind die beiden Lippen des Löwenmaules dicht geschlossen. Ameisen sind nicht im Stande, sich durch die Maulspalte ins Innere der Krone durchzudrängen, wohl aber vermögen kräftige Hummeln das Hinderniß zu überwinden und während des Honigsaugens die Bestäubung zu vollziehen. Sobald dies geschehen ist und die Blüthe somit Nichts mehr zu wünschen hat, klaffen auch die beiden Lippen nach und nach aus einander und die Ameisen kommen post festum zum Nachschmaus, ohne durch das Lecken des übrig gebliebenen Honigs hier schaden zu können.

Sehr häufig stellen sich — und zwar in den verschiedensten Blumen — jene zudringlichen kleinen Insekten ein, die unter dem Namen Blasenfüße (Thrips) als schlanke Thierchen mit verkümmerten Flügeln beschrieben werden. Die Ansichten über den Nutzen oder Schaden dieser kleinen Blumenfreunde gehen noch auseinander. Es ist aber wahrscheinlich, daß in vielen Fällen gewisse Blasenfüße die Bestäubung und zwar nicht etwa blos die Belegung der Narben mit dem Pollen derselben Blüthe, sondern auch Fremdbestäubung vermitteln. A. Kerner macht ganz besonders darauf aufmerksam, daß manche in den Blumen häufig anzutreffende Thripsarten gewohnt sind, sich durch plötzliches Abschnellen von Blume zu Blume zu bewegen, wobei sie sich als Vermittler der Kreuzung zwischen verschiedenen Blüthen ebenso nützlich erweisen können, wie rasch fliegende Insekten, ja daß sie in vielen Fällen gar nicht anders, als eben durch Sprungbewegungen von Blüthe zu Blüthe gelangen können, weil bei vielen Blüthen durch einen drüsig behaarten oder anders bewaffneten Kelch diesen kleinen Thierchen das Absteigen zum Stengel und seinen Zweigen verunmöglichet wird. So haben wir hier einen Fall vor uns, wo die Organisation der Pflanzen gewisse Insekten veranlaßt hat, Gewohnheiten der Fortbewegung anzunehmen, die im Gegensatz zur allgemein gültigen Bewegungsart des Fliegens oder Kriechens stehen.

Ehe wir des Näheren auf die Schutzmittel der Blüthen im engeren Sinne eingehen, haben wir erst noch jener Charaktere und Merkmale zu erwähnen, die manchen Pflanzen im vegetativen Zustande, lange vor der Blüthezeit eigen sind, Charaktere und Merkmale, durch welche die vegetativen Pflanzentheile, grüne Blätter und Stengelorgane, vor vernichtenden Angriffen der Thiere geschützt werden. Diese Schutzmittel der vegetativen Organe kommen ja selbstverständlich im weiteren Sinne auch den Blüthen zu gut; denn jede Pflanze, die an der vegetativen Entwicklung fortwährend Schaden leidet, kann unmöglich zum Blühen und Fructificiren gelangen aus dem einfachen Grunde, weil die Blüthentheile sich aus Baustoffen bilden, die in den grünen Laubblättern erzeugt und von vegetativen Stengeltheilen, Zweigen ꝛc. weiter transportirt werden bis zu dem Orte, wo die Blüthe entstehen soll.

Zu den Schutzmitteln der die Baustoffe für die Blüthen erzeugenden Laubblätter gehören in erster Linie die Pflanzen-Alkaloide, welche manche Gewächse im Zellsaft ihrer vegetativen Organe bilden, wodurch sie vor Vertilgung im großen Maßstabe gesichert werden, weil die betreffenden Alkaloide sehr vielen pflanzenfressenden Thieren zu-

wider sind. So bleibt das saftige Laubwerk von der Kartoffelstaude und von andern Nachtschatten- (Solanum-) Arten, sowie vom Eisenhut (Aconitum), von den Nießwurz-Arten (Helleborus), von den Pfingstrosen (Paeonia), vom Germer (Veratrum), von der Herbstzeitlose (Colchicum), vom Schierling (Conium), von der Cyclame, von der Osterluzei (Aristolochia Clematidis) und andern Pfeifenstraucharten, von der Haselwurz (Asarum), vom Kraut-Hollunder (Sambucus Ebulus), vom gemeinen Waldmeister (Asperula odorato), von den Fetthennen (Sedum), von den Wolfsmilcharten (Euphorbiaceen) und von einer großen Menge anderer Gewächse gegen die gefräßigen Wiederkauer gesichert. Allerdings sind durch die in den Pflanzensäften enthaltenen Alkaloide die Gewächse keineswegs in allen Fällen vor allen Thieren geschützt; denn manche Alkaloide sind nur für gewisse Thiere giftig und todbringend; bekanntlich sind die reifen Tollkirschen für den Menschen ungenießbar — alljährlich werden unwissende Kinder das Opfer dieser Giftpflanze, und doch sind es dieselben Tollkirschen, welche von den Drosseln ohne Nachtheil verzehrt werden und das Laub der gefürchteten Giftpflanze wird von einer Art Erd- oder Blattfloh (Haltica Atropae) sogar als beliebtestes Nahrungsmittel benützt. Was für das eine Thier giftig ist, kann für ein anderes unschädlich oder gar angenehm sein. Dessenungeachtet erwächst jeder Pflanze aus der Bereitung solcher Säfte ein entschiedener Nutzen, da zum Mindesten ein Theil der nach ihrem Laub lüsternen Thiere dadurch abgehalten wird, zerstörend auf sie einzudringen.

Wer jemals im Sommer unsere blühenden Alpenweiden verschiedener Höhe überschritten hat, dem kann nicht entgangen sein, daß dort, wo Schafe, Ziegen, Rinder und Gemsen &c. weideten, alles Genießbare ebener Erde abgefressen erscheint, während gleichzeitig eine Menge anderer Pflanzen unversehrt stehen geblieben ist. Kein Strauch der Alpenrose, der Krähenbeere (Empetrum), der Preißelbeere (Vaccinium Visis Idaea), der Wachholderbeere (Juniperus), der Bärentraube (Arctostaphylos uva ursi, Fig. 41 pag. 195) und keine Kugelblume (Globularia), keine Dryas octopetala, kein Seidelbast (Daphne) wird von einem weidenden Thiere angegriffen, ohne Zweifel, weil hier in erster Linie die herben, lederigen oder gar stechenden Blätter als Schutzorgane fungiren. Manche Schein- oder Riedgräser (Carex-Arten) enthalten viel Kieselsäure in ihren Blattgeweben und die Blattränder und Blattrücken sind dann obendrein noch scharfschneidig: aus diesen Gründen werden diese sogenannten „harten" Gräser von den Wiederkäuern gemieden.

Viele Pflanzen schützen ihre ausgewachsenen Blätter durch Dornen und Stacheln an der Peripherie der Sträucher oder Stauden. Blätter und Zweige sind nicht selten in Stacheln und Dornen metamorphosirt [z. B. beim Sauerdorn sind gewisse Blätter, beim Schlehendorn (Prunus spinosa) und beim Weißdorn (Crataegus Oxyacantha) ganze Seitenzweige in Dornen umgewandelt].

Auffallend und sehr lehrreich ist die frappante Anpassung jener Pflanzen, die nur im jugendlichen Zustande mit Dornen oder Stacheln bewaffnet sind, während sie — nachdem eine gewisse Höhe erreicht ist — keine derartigen Schutzwehren mehr bilden, so daß die hochstehenden Blätter und Zweige, weil dem Maule der weidenden Thiere entrückt, wehrlos erscheinen. (Beispiel: Stechpalme, Ilex Aquifolium.)

Wenn diese Schutzmittel der vegetativen Organe auch nur zum Theil ihre Aufgabe erfüllen, so ist für die Pflanze Viel gewonnen. Würden sie ihren Dienst ganz versagen, so wäre Alles verloren, da eine Pflanze ohne normal fungirende Laubblätter

oder Stellvertreter von solchen keine Baustoffe für die Entwicklung von Blüthen zu bilden vermöchte.

So sehen wir denn, daß die Pflanze schon während ihrer Jugendzeit sich mancher Angriffe von Seite der Thierwelt zu erwehren hat. In der That stehen die Gewächse mehr oder weniger fast fortwährend mit dem Thierreich auf Kriegsfuß; freilich ist das Verhalten der Pflanze ein mehr passives, ein defensives gegen die Offensive der gefräßigen Bestien, mit denen sie den Kampf ums Dasein zu bestehen hat.

Noch weit mehr als die Laubblätter sind die Blüthentheile vor den Uebergriffen der Thiere zu schützen; denn ohne solchen Schutz würde die Existenz der Nachkommenschaft in Frage gestellt werden. „Jene Pflanzen, deren Blüthen sogar eine leckere, gesuchte Speise für alle auf Pflanzenkost angewiesenen Thiere bilden würden, müßten früher oder später untergehen, weil sie von jenen andern, an welchen Schutzmittel der Blüthen ausgebildet sind, und die sich daher in entschiedenem Vortheile befinden, allmälig überwuchert, unterdrückt und verdrängt würden." (A. Kerner.)

Andererseits sind es aber in den meisten Fällen bei unsern höheren Blüthenpflanzen auch wieder Thiere, und zwar oft nur gewisse Insekten, welche die Bestäubung vermitteln und daher als willkommene Gäste vor jenen andern Thieren, die eine solche Vermittlung nicht ausüben und daher als unwillkommene zu bezeichnen sind, sich auszeichnen.

Wenn wir in den vorhergehenden Abschnitten die Lockmittel der Blumen gegen die willkommenen, Bestäubung vermittelnden Insekten in Farbenpracht, Wohlgeruch, Honigabsonderung und Darbietung genießbaren Pollens kennen gelernt haben, so bleibt uns im Nachstehenden noch eine Uebersicht der Schutzmittel der Blumen gegen unberufene Gäste zu suchen. Professor Kerner hat mit Recht ganz besonders betont, daß die Blüthe sich nicht nur gegen die Angriffe von einerlei Thieren zu wehren habe, sondern gegen eine Menge mannigfaltig organisirter und verschieden disponirter Feinde sich wehren müsse. Es würde daher — sagt der genannte Forscher — auch eine einzige Schutzwehr nicht genügen; im Gegentheil muß jeder einzelne Blüthentheil gegen Thiere verschiedenster Größe und Gestalt mit zwei, drei und oft auch noch mehr Schutzmitteln versehen sein.

Trotzdem gibt es bei aller Mannigfaltigkeit schützender Vorrichtungen gewisse Typen von Schutzwehren; bestimmte Mechanismen und Vorrichtungen kehren immer wieder, so daß man die Schutzmittel in Gruppen übersichtlich zusammenstellen kann.

So gibt es eine Kategorie von Schutzmitteln, die darin bestehen, daß die Blumen vor Angriffen von Seiten einiger Thiere gesichert werden, indem sich in der Blüthe selbst Stoffe bilden, welche diesen Thieren widerlich sind.

Weidende Rinder beschnuppern gelegentlich die so sehr wohlriechenden Blüthen des „Wintergrüns" (Pyrola), der zweiblätterigen Stendelwurz (Platanthera bifolia), des wohlriechenden Knabenkrautes (Gymnadenia odoratissima), des Maiglöckchens (Convallaria majalis), des wohlriechenden Veilchens (Viola odorata) und sehr vieler anderer Gewächse, ohne diese Blüthen abzuweiden. Jeder Bauer und Viehzüchter weiß, daß seine Rinder auf den herbstlichen Wiesen die Blüthen der Herbstzeitlose (Colchicum), des Studentenrösleins (Parnassia) und des Augentrostes (Euphrasia) unberührt lassen. Kein Rind verzehrt die wohlriechenden Blätter der Rosen, Malven, Lilien und Nelken; Aehnliches gilt von den Gemsen der Alpen, die eine Menge schöner und großer, wohl-

riechender und nichtriechender Blüthen unberührt lassen, während sie die Laubblätter derselben Pflanzen abweiden.

Keinem Alpengänger ist unbekannt, daß häufig in der Nähe von Sennhütten große Bestände des üppigen Senecio cordatus angetroffen werden, bei denen die Blüthen unberührt bleiben, während den Blättern dieser großen Krautpflanze von den weidenden Thieren (Schafen, Ziegen, Rindern) arg zugesetzt wird. Aehnlich verhält es sich mit den dort wachsenden Schafgarben, den großblüthigen Glockenblumen und Rapunzeln (Phyteuma), den Skabiosen und zahlreichen andern Alpenpflanzen.

Beim gemeinen Frauenmantel (Alchemilla vulgaris), dessen kleine Blüthen zwischen großen Laubblättern eingebettet sind und somit verzehrt würden, wenn das Laub abgeweidet und vernichtet würde, bleibt auch das grüne Laubwerk von den weidenden Thieren unberührt, wie dies z. B. auf dem Urner Boden am Klausenpaß sofort in die Augen fällt, wo ganze Hectaren saftiger Weiden fast vollständig von Alchemilla bedeckt sind und daher unberührt liegen bleiben.

In all diesen Fällen, wo die Blüthen von den weidenden Thieren notorisch gemieden werden, sind es entweder Alkaloide oder ätherische Oele oder Harze oder ein Gemenge dieser Stoffe, welche in den Blüthen selbst gebildet werden und gleichzeitig die Säugethiere abstoßen, während sie andererseits Insekten von fernher anlocken. Das Aroma so mancher Blumen dient also offenbar gleichzeitig zweierlei Aufgaben, was nun freilich der kurzsichtige Gaston Bonnier gar nicht einzusehen vermöchte. Wie oft wird durch ein und dasselbe Mittel eine doppelte Funktion ausgeübt! „Zwei Fliegen auf Einen Schlag!“ Ich weiß nicht, ob die Franzosen ein ähnliches Sprichwort besitzen; sicher ist, daß ihr größter Nectarien-Kenner ein solches nicht kennt.

Bei manchen Pflanzen wird gewissen Thieren der Zugang zu den Blüthen verunmöglichet, indem die letzteren durch Wasser abgesperrt werden. Dies ist namentlich häufig bei verschiedenen Bromeliaceen (Verwandte der Ananas) der Fall, wo am Grunde des langen Blüthenschaftes durch die rosettig dicht gestellten steifen Blätter ein großes Becken gebildet wird, das — mit atmosphärischen Niederschlägen erfüllt — einen Wasserteich bildet, in dessen Mitte der hohe Schaft sich erhebt, an dessen obern Ende die zahlreichen honigführenden Blüthen stehen. Letztere werden auf diese Weise gegen die kriechenden Insekten geschützt. Ameisen und Asseln 2c. bleiben abgeschlossen, während die willkommenen Gäste auf ihren Flügeln ungehindert Zutritt erhalten.

Aehnlich verhält es sich bei manchen Karden-Disteln (Dipsacus), wo am hohen Stengel in verschiedenen Abständen je zwei Blätter einander gegenübergestellt und mit ihren unteren, den Stengel umfassenden Theilen derart verwachsen sind, daß je ein solches Blattpaar um den Stengel herum einen becherförmigen oder schüsselförmigen Raum bildet, der, von Thau- und Regenwasser erfüllt, das Aufsteigen kriechender Insekten in die höhern Stengelregionen, also zu den Blüthenständen hinauf verunmöglichet. Kerner hat bei der schlitzblätterigen Karde (Dipsacus laciniatus) acht größere Wasserbecken auf den verschiedenen Höhen am Stengel beobachtet, welche 8 Teiche von Thau- und Regenwasser mit dem Gesammt-Inhalt von $1\frac{1}{2}$ Liter bildeten. Tagelang bleibt sich bei hellem, sonnigem Wetter der Wasserstand gleich, da allmälig der reichlich auf den Blättern zusammenfließende Thau den durch Verdunstung bei Tag abgehenden Wasserverlust ersetzt. Wollten kriechende Insekten oder Asseln u. dergl. vom Boden her zu den Blüthenständen

vordringen, so müßten diese Thiere somit circa 8 verschiedene Wasserbecken von 6 bis 10 Centimeter Tiefe passiren, was sie selbstverständlich unterlassen. Die Karbendistel-Blüthen sind aber für Fremdbestäubung durch fliegende Insekten eingerichtet, weil sie ausgeprägte Proterandrie zeigen; aufkriechende Thiere, welche ohne Vortheil, ja zum Nachtheil der Pflanze den Nectar wegnehmen würden, sind unwillkommen und werden daher in angegebener Weise von den honigreichen Blüthen abgehalten.

Ein Gleiches zeigen einige großblätterige Enzian-Arten (Gentiana lutea und Gentiana punctata), wo die paarweise einander gegenübergestellten Laubblätter an ihrer stengelumfassenden Basis ebenfalls teichartige Ansammlungen von Wasser veranlassen und es kriechenden Insekten unmöglich machen, zu den honigreichen Blüthen vorzubringen.

Am radikalsten schützen sich diejenigen Pflanzen, welche in Wasser untergetaucht ihre vegetativen Organe entwickeln und ihre für Fremdbestäubung durch fliegende Insekten eingerichtete Blüthen über den Wasserspiegel erheben, wobei selbstverständlich die kriechenden Thiere ohne besondere Schutzmittel der Pflanze von den edelsten Organen abgehalten werden. Dies ist der Fall bei der weißen und gelben Seerose (Nymphaea alba und Nuphar luteum), beim Froschlöffel (Alisma Plantago), bei der Blumen-Binse (Butomus umbellatus), beim Schlauchkraut (Utricularia vulgaris), vergl. unsere Sumpflandschaft mit den fleischfressenden Pflanzen (Taf. III).

Fast wunderbar erscheint das Verhalten eines Sumpf-Knöterichs (Polygonum amphibium), der bald im stehenden Wasser, bald auf trocken gelegtem Schlammboden zur Blüthe gelangt. Es ist erwiesen, daß diese Polygonum-Art durchaus fliegender Insekten bedarf, wenn die Blüthen befruchtet werden sollen. Letztere scheiden daher auch reichlich Honig ab, nach welchem auch kriechende Thiere lüstern sind. Nun bedarf aber der Knöterich gar keiner abwehrender Schutzmittel, sofern er im Wasser stehend zum Blühen kommt, und in der That unterbleiben in diesem Falle auch alle Schutzvorrichtungen gegen kriechende Thiere. Wenn nun aber das Wasser abfließt oder austrocknet und die Pflanze so zu sagen aufs Trockene gesetzt wird, so bilden die Blätter und Stengeltheile eine Menge von dicht stehenden Drüsenhaaren, die eine klebrige Masse absondern, wodurch die betreffenden Organe für kriechende Thiere unpassirbar werden. Auf diese Weise treten die Drüsenhaare der Pflanze als Schutzmittel gegen Kriechthiere an die Stelle des abhanden gekommenen Wasserspiegels, in welchem die Pflanze vorher gestanden und in welchem stehend diese Polygonum-Art keiner weiteren Schutzmittel bedarf.

Dieser interessante Fall führt uns zu einer andern Kategorie von Schutzmitteln der Blüthen gegen ungerufene Gäste, nämlich zu jenen Fällen, wo die Blüthen regelmäßig durch ausgeschiedene Klebstoffe harzigen oder schleimigen Charakters vor kriechenden kleineren Thieren geschützt werden. Es geschieht diese Klebstoffausscheidung sehr häufig an den Axenorganen unmittelbar unter der Blüthe, also an Blüthenstielen und Inflorescenz-Zweigen, so z. B. bei der klebrigen Robinie (Robinia viscosa), die da und dort in unseren Anlagen getroffen wird. Die gefliederten Blätter dieses Robinie sind glatt, kahl und nicht klebrig; dagegen scheiden diejenigen Zweige, welche Blüthentrauben tragen und auch der untere Theil der Traubenspindel eine harzige Schichte klebender Substanzen aus, welche es Ameisen und andern kriechenden Insekten unmöglich macht, zu den honigabsondernden Blüthen aufzusteigen. In ähnlicher Weise schützen die Klebstoffe bei manchen Akelei-Arten (Aquilegia), bei Listera ovata (einem Knabenkraut unserer Waldwiesen), bei einer Menge von Steinbrecharten (Saxifrageen), Lippenblüttern (Labiaten)

und Skrophel-Kräutern (Scrophularineen), sowie bei der in Fig. 53 pag. 224 dargestellten Kalmia latifolia.

Manche Nelkengewächse (Caryophylleen) bilden die blüthentragenden Stengel in förmliche Leim-Spindeln um, wie an Dutzenden verschiedener Arten nachgewiesen werden kann, von denen hier nur folgende genannt werden sollen: Die fliegenfangende Silene (Silene muscipula), das klebrige Leimkraut (Silene viscosa und Silene viscosissima), die Kleblichtnelke (Lychnis Viscaria) und die Kleb-Nelke (Dianthus viscidus).

Kerner hat diese Leimspindeln einläßlich untersucht und resümirt über seine Beobachtungen wie folgt: Macht man den Versuch und bringt kleine Insekten mit den klebrigen Axen noch so leicht in Berührung, so sieht man, wie der zähe Klebestoff alsogleich anhaftet und sich bei den Bewegungen der Thiere, zumal beim Abziehen der Beine, in Fäden spinnt. Die Thiere suchen sich dann mittelst ihrer Freßwerkzeuge des Klebestoffes zu entledigen, verkleben sich aber dadurch auch noch Kopf und Hinterleib und sind in kurzer Zeit verloren. Ameisen (Formica cinerea), welche ich auf die klebrigen Blüthenstiele der Silene muscipula und Silene inaperta brachte, waren in kürzester Zeit ganz mit Klebstoff beschmiert und zeigten nach 10 bis 20 Minuten keine Bewegung mehr. — Aus eigenem Antriebe gehen übrigens die flügellosen Ameisen nicht so leicht auf die Leimspindeln, da sie den einzuschlagenden Weg immer auf das sorgsamste mit den Tastern untersuchen und, bei klebrigen Stellen angelangt, wenn möglich umkehren und den Rückweg suchen. Manchmal scheinen sie aber denn doch das Wagniß zu unternehmen und die klebrigen Stellen zu betreten, und dann sind sie auch sicherlich immer verloren.

Die Zahl der Opfer jener als Leimspindeln fungirenden Stengeltheile und klebrigen Blüthenstiele ist in vielen Fällen eine sehr große. So wurden beispielsweise an den klebrigen Blüthenaxen der nickenden Silene (Silene nutans) nicht weniger als 60 Arten verschiedener Insekten beobachtet, die hier ihren Tod fanden; darunter waren viele Arten, die besonders gerne Honig lecken und ohne Zweifel zu den Blüthen aufkriechen wollten, während andere Insekten durch Zufall mit den Leimruthen in Berührung gekommen sein mochten.

In vielen Fällen werden Klebstoffe auch auf der Oberseite von grundständigen Blattrosetten, aus deren Mitte sich die Blüthenschäfte erheben, zum Schutze gegen kriechende Insekten ausgeschieden, so z. B. bei einigen Alpen-Primeln, wie Primula glutinosa, Primula villosa, Primula hirsuta, Primula viscosa, Primula tirolensis, sowie auch von den gelbgrünen Blattrosetten der Fettkräuter, Pinguicula vulgaris und Pinguicula alpina, welch letztere wir im Kapitel von den insektenfressenden Pflanzen abgebildet und einläßlicher besprochen haben (Fig. 10, 11, 12 pag. 95—101). Bei den letzteren Pflanzen werden durch die lebhaft secernirenden Blätter zahlreiche Insekten, fliegende und kriechende, welche mit dem zähen wasserhellen Schleim in Berührung kommen, unrettbar dem Verderben geweiht und nicht nur die aus der Mitte der Blattrosette aufsteigenden Blüthenstiele vor kleineren kriechenden Insekten geschützt, sondern auch für die vegetative Entwicklung der Pflanze ganz schätzbare Nahrungsstoffe in den Leichen der vielen gefangenen Insekten gewonnen. Dieselben Organe, jene oben (pag. 95—101) besprochenen Drüsen auf den Blättern der Fettkräuter, dienen zugleich in zweifachem Sinne: einmal als Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste und sodann als Fangapparate und verdauende Organe gegenüber den zum Opfer gefallenen Insekten. Also auch hier „zwei Fliegen auf Einen Schlag." Es ist sogar wahrscheinlich, daß diese so wunderbar fungirenden Drüsen

zuerst nur als Schutzmittel der Blüthen fungirten und daß die Verdauungsfähigkeit der klebrigen Blätter eine secundäre Anpassung, eine später acquirirte Eigenschaft darstellt.

Aber auch höher stehende Blätter, namentlich die am Grunde der eigentlichen Laubblätter stehenden Nebenblättchen vieler Pflanzen scheiden Klebstoffe aus und hindern dadurch kriechende Thierchen am Aufsteigen zur Blüthenregion.

Groß ist die Zahl der Beispiele, wo sogenannte Hüllblätter und Vorblätter der Blüthenstände in gleicher Weise fungiren. Der sogenannte Hüllkelch mancher Korbblüthler (Compositen) ist mit klebrigen Drüsenhaaren besetzt.

Nicht minder zahlreich sind die Fälle, wo die Kelchblätter, also Bestandtheile der Blüthen selbst, Klebstoffe zum Schutz der innern zärteren Blüthentheile ausscheiden, indem sie kriechende Insekten abhalten.

Dies ist der Fall bei manchen Storchschnabel-Arten (Geranium und Erodium), bei Johanniskräutern (Hypericum), bei einigen Arten der Gattung Prunus (Kirschen, Zwetschen, Schlehen), bei vielen Lippenblüthern und Steinbrecharten, bei der Stachelbeere (Ribes Grossularia) und vielen andern Pflanzen der verschiedensten Familien. Auch bei der Quittenblüthe haben wir (Fig. 61 und 62) gesehen, daß die Unterseite der Kelchblätter mit Drüsenhaaren (Dr Fig. 62) bewaffnet sind.

Selbst in den Fällen, wo Ameisen, welche in die Blüthen hinaufzukriechen vermögen, dort den Nectar durch anderweitige Sperrmittel für sie verschlossen finden, selbst in den Fällen, wo also die kriechenden Thiere nicht einmal den Honigsaft zu rauben vermöchten, würden sie doch durch ihre Anwesenheit in der Blüthe schaden; denn in den einen Fällen würden sie wohl passiv für die berufenen und willkommenen Gäste den Weg zum Honigbehälter versperren, in andern Fällen wären z. B. Ameisen bösartig genug, um die mit langem Rüssel saugenden Insekten zu beißen oder doch festzuhalten und somit an der Bestäubung der Narben zu verhindern. Gärtner und Obstzüchter hassen bekanntlich die Ameisen, wenn sie sich zahlreich an mauerständigen Spalieren in den Apfel- und Birnblüthen einfinden; es ist ihnen ohne Zweifel bekannt, daß die in die Blüthen (von der Mauer her) eingebrochenen Ameisen die berufenen und willkommenen Gäste, Bienen und Hummeln, abhalten, diese Blüthen zu besuchen, wobei meistens eine Bestäubung und Fruchtbildung unterbleibt.

Kerner hat auch nachgewiesen, daß Pflanzen, welche von Milchsaft strotzen, meist von kriechenden Insekten verschont bleiben. Ameisen vermeiden mit Recht die Wolfsmilcharten, weil sie, an den glatten, zarthäutigen Pflanzentheilen aufsteigend, mit ihren scharfen Füßen die zarte Epidermis verletzen, so daß der Milchsaft aus der Wunde herausdringt und das Thier beschmutzt, was unter allen Umständen lästig, in vielen Fällen todbringend wirken kann. In der That scheinen die milchsaftführenden Pflanzen hiedurch genügend geschützt zu sein; denn es fehlen häufig anderweitige Schutzmittel der Blüthen gegen aufkriechende kleinere Thiere.

Auch ein glatter Wachsüberzug an Stengeln und Blättern vermag gute Dienste zu leisten, indem kriechende Thiere auf der glatten Epidermis nicht aufwärts zu marschiren im Stande sind und daher in der Regel bei derartigen Versuchen wiederholt herunterpurzeln, bis ihnen die Geduld versagt und weitere Versuche eingestellt werden. Keine einzige Ameise ist im Stande, zu den Kätzchen der seidelbastähnlichen Weide (Salix daphnoides) emporzuklimmen, weil ein glatter Wachsüberzug der kätzchentragenden Zweige ein immerwährendes Ausglitschen veranlaßt.

Eine große Zahl von Blüthen wird fernerhin vor kriechenden, unberufenen Gästen durch Stacheln, spitze Zähne und feste stechende Borsten, die am Wege zu den Blüthen stehen, geschützt. Diese Schutzwehr gilt namentlich den gefräßigen Schnecken aller Art, die mit ihrem weichen Leibe alle und jede hartspitzen Auswüchse an Pflanzen vermeiden. Keine einzige rauhe Distel wird von Schnecken angefressen. Meist erscheinen die Stacheln und stechenden Borsten an den Stengeln abwärts geneigt und zwar so, daß ihre Spitzen den Thieren, welche etwa aufwärts kriechen wollen, drohend entgegenstarren. Auch an den Blättern sind die Wehrstacheln derart gestellt, daß die Schnecken unmöglich über sie passiren können.



Fig. 84. Die stiellose Eberwurz. (Carlina acaulis.)

Eines der lehrreichsten Beispiele dieser Art bietet uns die stiellose Eberwurz (Carlina acaulis) die in nebenstehender Figur dargestellt ist. Diese auf trockenen, steinigen Hügeln und Haidetriften, besonders auf Kalkboden nicht selten anzutreffende Pflanze besitzt wohl eine kräftige Pfahlwurzel, allein meistens keinen über die Erde emporragenden Stengel. Die Laubblätter, distelartig bewaffnet, fiederspaltig und mit stacheligen Zipfeln ausgestattet, bilden eine grundständige, der Erde dicht anliegende Rosette, aus deren Mitte ein einzelnes Blüthenköpfchen von 4—6 Centimeter Breite hervorsproßt. In jungem Zustande müßte ein solches Blüthenkörbchen für die Schnecken wohl eine recht leckere Mahlzeit darbieten; allein durch die nach allen Seiten ausstrahlenden stacheligen Distelblätter ist den sämmtlichen Schnecken der Weg zum Blüthenstand versperrt.

Bei zahlreichen Compositen (Korbblüthern) sind die an der Unter- und Außenseite des Körbchens in Reihen, oft dachziegelig angeordneten Hüllblätter mit zähnigen, steifen, scharfen Rändern und zur Zeit der Blüthe rückwärts gekrümmten Spitzen versehen, welche kleineren kriechenden Thieren den Weg zu den zahlreichen kleinen Einzelblüthchen des Körbchens verrammeln. Die den Blüthen nützlichen Insekten der proterandrischen Compositen müssen, wenn sie Bestäubung vermitteln wollen, direkt auf dem Körbchen selbst anfliegen und daher erweisen sich diejenigen Schutzwehren sehr nützlich, welche eine Ausbeutung des Honigs durch von Unten heraufkriechende Thiere unmöglich machen.

Durch ähnliche Schutzwehren, durch Stachelzähne an Kelchen und Hochblättern, werden bei einer Menge von andern Pflanzen die honigsuchenden Insekten angewiesen, nur auf einem bestimmten Wege zum Blütheneingang vorzudringen und zwar eben auf jenem legalen Wege, durch den die Fremdbestäubung begünstiget wird. Auf diese Weise erklären sich die in Gestalt eines dichten Kranzes von Nadeln erscheinenden Hüllen (Involucra) mancher Umbelliferen- (Dolden-) Blüthenstände, ferner die scharf gezähnten wirtelig gestellten Kelche vieler Labiaten, ähnliche Zähnchen an den Kronlippen einiger Skrophelkräuter (Pedicularis), die Stächelchen an den Staubblättern des Wachtelweizens

(Melampyrum pratense) und die innerhalb der Krone angebrachten Zotten, Schüppchen und Klappen mancher insektenblüthigen Pflanzen.

Dies führt uns zu jener Kategorie von Schutzmitteln der Blüthen, wo haarförmige Bildungen den unberufenen Gästen ihren Zugang verwehren.

Der Beispiele von haarförmigen Bildungen in den Blüthen der höhern Pflanzen gibt es Legionen. Die meisten derselben dienen direkte oder indirekte als Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste und als Wegweiser für die willkommenen Blumenbesucher. Wir haben bereits in früheren Abschnitten bei der Besprechung unserer durch Figuren erläuterten Beispiele von Einrichtungen zur Fremdbestäubung mehrere Fälle kennen gelernt, wo Haare in der Blüthe selbst ganz vortreffliche Dienste leisten. Es sollen hier nur einige wenige Beispiele hinzugefügt werden; dabei ist zum Vornhinein wohl zu merken, daß keineswegs alle Haarbildungen der Blüthentheile in diesem Sinne fungiren; im Gegentheil sind auch zahlreiche Fälle bekannt geworden, wo Haare ganz andern Functionen dienen, wie z. B. die Bürsten für das Ausräumen des Blüthenstaubes aus der Antherenröhre der Compositenblüthen (vergl. oben: die blaue Kornblume pag. 250 Fig. 64), ferner die den Fruchtknoten vieler Compositenblüthchen überkrönenden haarförmigen Kelchtheile, die später als „Pappus" die reife Frucht beflügeln. Auch die Haare an Stengeln und Blättern vieler Pflanzen dienen keineswegs nur einerlei Functionen: in den einen Fällen sind es allerdings Schutzmittel gegen das Aufkriechen ungeflügelter Thiere; in andern Fällen dienen die Haare des Stengels und der Laub-Blätter als Schutzmittel gegen zu weitgehende Verdunstung, wieder in andern Fällen als Kühlapparate, indem sie durch starke Wärmestrahlung die Condensation des Wasserdampfes zu reichlicher Thaubildung veranlaßen; oft dienen dieselben Haare gleichzeitig oder nach einander zwei oder drei verschiedenen Functionen.

Die Natur verfährt eben bei ihren Züchtungsversuchen nicht nach einer Schablone. Wenn wir bei unserer Naturbetrachtung zu klassificiren und nach Normen und Regeln zusammenzustellen versuchen, so sind das eben nur gebrechliche Hülfsmittel unseres schwachen geistigen Vermögens, so zu sagen Eselsbrücken, auf denen wir das kindliche Wesen unserer langsam sich entwickelnden Fassungskraft spazieren führen. Wäre die Natur beseelt und mit Bewußtsein ausgestattet; könnte sie denken, wie ein menschliches Individuum urtheilen, kritisiren und beloben: fürwahr sie würde all unserer Versuche lachen, mit denen wir wähnen, dem Naturganzen durch Aufstellung von Systemen und Registern verständnißinnig eine „vernünftige Ordnung" beizubringen. Die Natur ist aber bewußtlos und kritiklos; sie fügt sich nicht den willkürlich aufgestellten menschlichen Ideen-Schablonen; bei ihr fließt Alles lebendig in und durcheinander, es sind keine starrflüssigen Materien, aus denen sie ihre Gestalten formt und umformt, sondern leichtfüßige, hüpfende und springende, tanzende und wirbelnde Atome und Atomgruppen, Moleküle und Micelle, deren gegenseitige Anordnung und gegenseitige Beeinflussung alle Augenblicke wechselt und im folgenden Moment eine andere ist, als sie es je war und je wieder sein wird. Jede Schablone ist aber etwas Starres, jedes System ein mehr oder weniger Todtes. Die Erscheinungen der lebendigen Natur fügen sich weder dem Einen noch dem Andern.

Sehr häufig treffen wir in den Blüthen mehr oder weniger zahlreiche Haare in Gitter und Reusen angeordnet, die dazu dienen, den Nectar (seltener auch den Pollen) gegen den unvortheilhaften Angriff jener Insekten zu schützen, die zu geringe Körperdimensionen haben, als daß sie bei dem Besuche der Blüthen nothwendig auch die Narben,

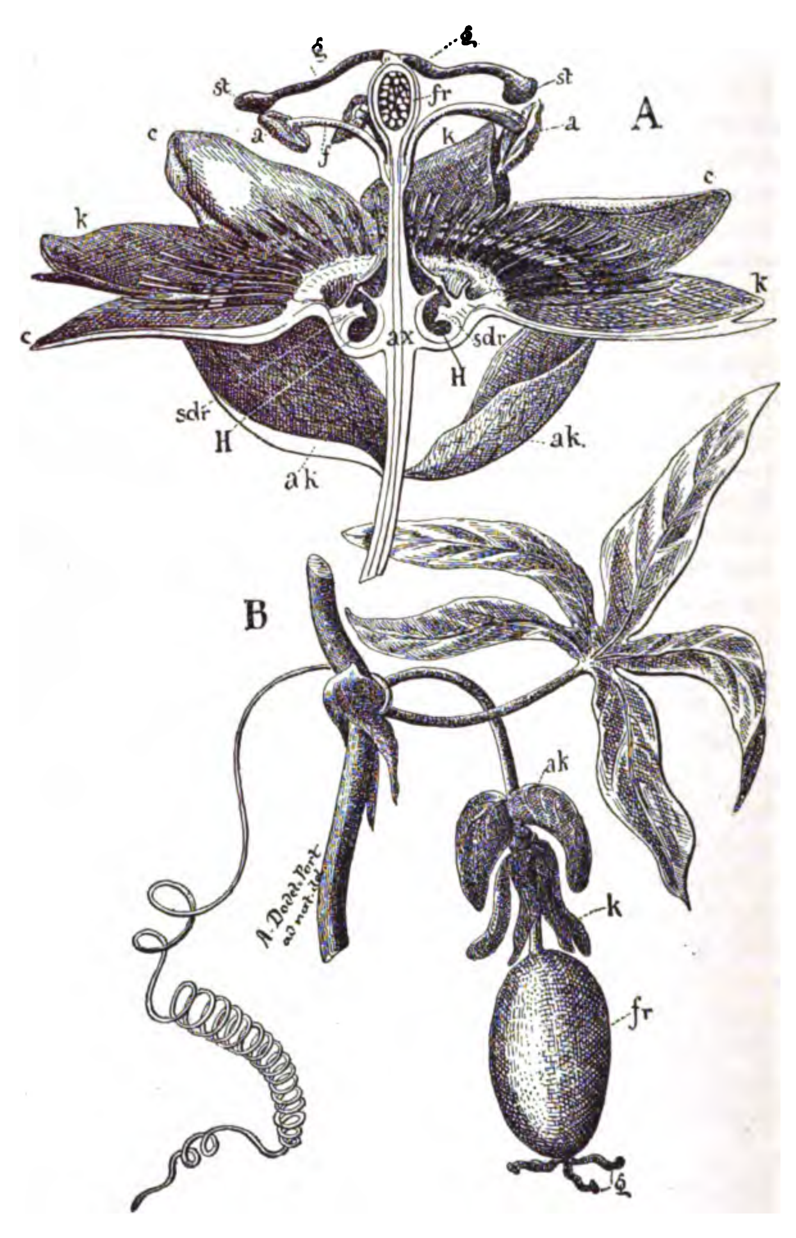


Fig. 85. Die *Passionsblume* (Passiflora coerulea) mit reusenförmiger Saftdecke über dem Nectarium sdr und dem Honigraum H. (Nach Dodel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

beziehungsweise den Pollen berühren müßten. Diese honigsaftschützenden Gitter und Reusen sind gewöhnlich aus geraden, elastisch-biegsamen Haaren zusammengesetzt, welche von einer ringförmigen Leiste an der Innenseite der Kronröhre ausgehen und mit ihren freien Enden gegen die Mitte der Krone gerichtet sind, so z. B. bei den Taubnessel- (Lamium-) Arten, beim Zist (Stachys) und vielen andern Lippenblüthern, sowie bei manchen Gewächsen aus der Familie der Skrophelkräuter und Verbenen.

In der *Passionsblume*, Fig. 85, haben wir eines der höchst differenzirten Gitterwerke vor uns, welches aus mehreren concentrischen Kreisen fädiger oder stäbchenartiger Bildungen besteht. Der innerste Kreis dieser Nebenkrone, unmittelbar über der Saftdrüse (sdr Fig. 85) stehend, dient als Schutzmittel des reichlich zur Absonderung gelangenden, im Raume H Fig. 85 aufgespeicherten Nectars. (vergl. oben die weitere textuelle Ausführung auf pag. 228 und 229.)

In manchen Fällen bilden die Haare nicht Gitter oder Reusen, sondern ganze *Dickichte*, *Bündel*, *Büschel* und *Filze*, welche in Gestalt von Haarpfröpfen und

Fließen die röhrenartigen oder trichterförmigen Zugänge zum Blüthengrunde, wo der Honigsaft geborgen liegt, so verstopfen, daß dadurch wohl schwächeren, kleineren und kurzrüsseligen, nicht aber auch stärkeren, größeren und langrüsseligen Thieren das Eindringen zu dem hinter oder unter dem Haar-Dickicht liegenden honigführenden Raume verwehrt wird.

Wir erinnern hier an die Blüthe der gemeinen Quitte (Fig. 62), ferner an die reizenden Blüthen des Bitterklee's (Menyanthes trifoliata), an den Thymian, an die Alpen-Minze (Calamintha alpina), an die Bärentraube (Arctostaphylos uva ursi, Fig. 41 pag. 195) und an die beiden gemeinsten Alpenrosen (Rhododendron hirsutum und Rhododendron ferrugineum).

In den Blüthen einer Immergrün-Art (Vinca herbacea) sind die Scheitel der Staubblätter sowohl als auch das obere scheibenförmige Ende des Griffels mit Haarbüscheln besetzt, die gegenseitig in einander greifen und dadurch einen Verschluß der Kronröhre herstellen, „der ganz den Eindruck macht, als hätte man einen Propfen aus Baumwolle in die Mündung der Kronröhre eingefügt.“

Ungemein zahlreich sind die Beispiele, wo durch Haardickichte, Reusen, Borsten u. dergl. in der Blüthe selbst den berufenen, den willkommensten Gästen Hindernisse gebildet wurden für den Fall, wo die honigsuchenden Insekten nicht den für die Fremdbestäubung geeignetsten Weg einschlagen möchten. In solchen Fällen stehen die Haare, Borsten, Zotten und Reusen genau an den Stellen, wo sie das Bestäubung vermittelnde Insekt hindern, eine unpassende Stellung einzunehmen, wenn es den Nectar saugen will. Solche Schutzmittel dienen somit als Wegweiser zur passendsten Saugstellung der Bestäubungsvermittler. Wir haben bereits in einem frühern Abschnitt bei der Besprechung des Studenten-Röschens (Parnassia palustris Fig. 71) einen derartigen Fall kennen gelernt. Dort sind es die eigenthümlichen, tentakelartigen Anhängsel des Nectar-Apparates, welche die honigsuchenden Insekten nöthigen, vor dem Saugen gewisse Bewegungen auszuführen, die eine Bestäubung der Narbe zur Folge haben.

Aehnlich verhält sich der zottig verbarrikadirte Eingang zur Blüthe der bärtigen Glockenblume (Campanula barbata), woselbst die kleinen Insekten über die Zotten wegmarschiren müssen, ehe sie den engen Durchgangspaß zum Nectar erreichen und passiren können. Hier aber steht die empfängnißfähige Narbe, welche bei dieser Gelegenheit von kleinen Insekten bestäubt wird. Ein analoges Beispiel bietet die Blüthe der großen Kapuziner-Kresse (Tropaeolum majus) mit der aus Fransen gebildeten Reuse am Eingang zum Honigbehälter.

Eine sorgfältige Untersuchung aller jener Pflanzen, die an und in den Blüthen, bald an dieser, bald an jener Stelle Haarbüschel, Haarreihen, Reusen, Bärtchen, Zotten, Fransen, spinnwebeartige Convolute u. drgl. besitzen, führt zum Schluß: Kein Härchen, das gesetzmäßig in der Blüthe gebildet wird, ist ohne physiologische Bedeutung.

Eine andere Kategorie von Schutzmitteln besteht in der Behinderung des Zuganges zu den Blüthen durch Krümmung, Verbreiterung und Anhäufung einzelner Theile der Blüthen, wobei in den allermeisten Fällen der Honigsaft in tiefer gelegenen Blüthentheilen vor unberufenen Gästen geschützt wird, ohne daß ausschließlich Haarreusen und Gitter zu Hülfe genommen werden. Es werden dabei durch die eigenthümliche Form durch besondere Krümmungen der Blüthentheile u. dgl. in den Blumen Rinnen, Röhren, Buckel, Aussackungen und Kammern gebildet, hinter welchen der Nectar

vor ungeschickten oder vor sehr kleinen Insekten, welche vermöge ihrer geringen Körperdimensionen die Bestäubung beim Honigsaugen nicht zu vermitteln vermöchten, geborgen liegt. Der Beispiele dieser Art sind Legionen. Wir nennen hier die Blüthen vom Lerchensporn (Corydalis), vom Erdrauch (Fumaria), vom Löwenmaul (Antirrhinum), vom Leinkraut (Linaria). In all diesen Fällen ist der unregelmäßige Bau der Blumenkrone keine zufällige Erscheinung, sondern eine Anpassung der Pflanze an die ihre Bestäubung vermittelnden Insekten, welche ganz bestimmte Körperdimensionen und Kraftmaße besitzen müssen, wenn die Bestäubung von ihnen vermittelt werden soll. Nirgends anderswo ergibt sich so drastisch die Wechselbeziehung zwischen Blumen und Insekten, wie bei den maskirten Blüthen der Scrophularieen und bei den Fumariaceen; aber in tausend andern Fällen ist die gegenseitige Anpassung zwischen der Blume als Gastgeberin und dem honigsuchenden Insekt als Gast wenn auch weniger augenfällig, doch nicht minder strenge durchgeführt.

Es gestattet uns der Raum nicht, auf eine größere Anzahl von Beispielen dieser Art von Schutzmitteln einzutreten. Der aufmerksame Leser wird leicht im Stande sein, an lebenden Blumen, die ihm gelegentlich in die Hände kommen, die verschiedenartigsten Erscheinungen dieser Kategorie kennen zu lernen. Zur weitern Orientirung mögen ihm die zwei Hauptwerke von Hermann Müller (die Befruchtung der Blumen durch Insekten und „Alpenblumen"), sowie die oben citirte klassische Abhandlung von A. Kerner wegleitend sein.

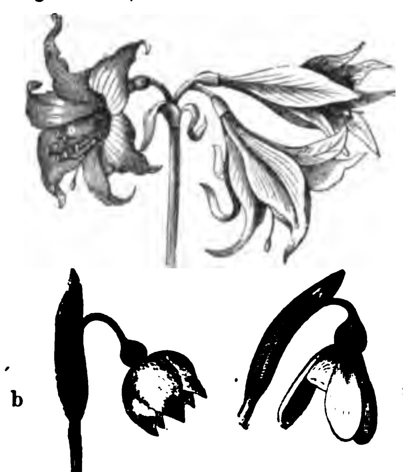


Fig. 86. a) Blüthe von Galanthus nivalis (Schneeglöckchen).
b) Blüthe von Leucojum vernum. (Märzglöckchen.)
c) Blüthen von Amaryllis rutila.

Auch die Stellung der Blüthe ist keineswegs gleichgiltig, ebensowenig als die eigenartige Krümmung einzelner Blüthenblätter. So werden beispielsweise manche Blüthen vor den flügellosen, aufkriechenden Ameisen geschützt, indem sie eine hängende oder nickende Stellung einnehmen, wie dies z. B. bei den Amaryllideen fast durchwegs der Fall ist. Wir erinnern hierbei an das Schneeglöckchen, Galanthus nivalis (Fig. 86a), an das Märzglöckchen, Leucojum vernum (Fig. 86b) an Amaryllis rutila (Fig. 86 c).

Die hängende Blüthe des Schneeglöckchens (Galanthus nivalis) wird von keiner aufkriechenden Ameise erreicht.

Aehnliches constatirte Kerner an den Blüthen vom Alpen-Veilchen (Cyclamen europaeum), woselbst muntere Kletterer umsonst den Versuch machten, über die gewundenen zurückgeschlagenen Zipfel der abwärts schauenden Krone und deren umgebogenen Rand zu gelangen. Sie fielen, hier angelangt, regelmäßig zu Boden.

Wir haben im vorigen Kapitel über die Nectarien der Blüthen in Erfahrung gebracht, daß der französische Opponent der neuern Blumentheorie (G. Bonnier) ein großes Gewicht auf jene Nectarien legt, die außerhalb der Blüthen, an grünen Laub-

blättern, an Nebenblättern, Blattstielen u. s. w. vorkommen, woselbst ihnen eine ganz andere physiologische Function zukommen müsse, als **in** den Blüthen. Da also Honigsaft auch außerhalb der Blüthen abgeschieden werde, so könne — meint Gaston Bonnier — von einer Function der Blüthen-Nectarien im Sinne einer Begünstigung der Fremdbestäubung durch honigsuchende Insekten keine Rede sein. Nun weist aber Prof. A. **Kerner** nach, daß die außerhalb der Blüthen vorkommenden Nectarien in manchen Fällen unleugbar auch für die Blüthen von Nutzen sind, indem honiglüsterne Insekten (Ameisen), welche nach Nectar suchend zu den Blüthen aufsteigen wollen, gerade **durch die Nectarien der Laubblätter** hievon abgelenkt werden. An Hunderten von Stöcken der dreihornigen Balsamine (Impatiens tricornis), an deren Nebenblättern eine Ameisenart (Myrmica laevinodis) so emsig nach Nectar fahndete, daß oft ein einziges Nebenblatt von drei Individuen dieser Ameise zugleich belagert war, fand Kerner in den gegen den Zutritt dieser Ameise doch durch keine andere Vorrichtung geschützten nectarführenden Blüthen nie ein einziges dieses Thierchen! In den Blüthen wären diese kleinen Ameisen auch sehr unwillkommene Gäste, indem sie zu der nectarführenden Aussackung im Hintergrunde der Blüthe gelangen könnten, ohne den Pollen und in spätern Stadien der Anthese die Narbe zu berühren, und indem sie, an dem Nectar in der spornförmigen, bis Oben gefüllten Aussackung der Blüthe leckend, den Besuch willkommener, anfliegender größerer Insekten, die bei dem Einfahren in die Blüthe Pollen, resp. die Narben streifen müssen, beschränken und behindern würden.

Was würde wohl Gaston Bonnier gegen diese genauen Beobachtungen eines Forschers von d'outre Rhin zu sagen haben? —

VIII.

Die Liebe der Blumen.

(Zweite Fortsetzung.)

Entwickelungsgeschichte des pflanzlichen Liebelebens.

Wir haben in den vorstehenden Abschnitten über die „Liebe der Blumen" von den Erscheinungen der Gegenwart gesprochen. Wir können aber die Gegenwart erst verstehen, wenn wir die Vergangenheit geschaut haben.

Die Blumen sind!

Waren sie auch immer?

Die Wissenschaft sagt nein! — Also haben die Blumen einen Anfang. Ihre Vergangenheit zeigt nicht in eine endlose, unbegrenzte Zeit. Einst waren sie nicht; sie mußten erst werden.

Erst wenn wir wissen, wie sie geworden sind, erst dann werden wir sie verstehen. Ebenso wie das Menschengeschlecht, also hat auch die Blumenwelt eine Entwicklungsgeschichte. Es gab eine Zeit, da noch keines Menschen Fuß über die grünen Gefilde wandelte. Es gab auch eine Zeit, da noch keine Blume jene Gefilde zierte.

Des Menschen Gedanke ist das Produkt seiner Vergangenheit.

Farbe und Wohlgestalt und Geruch der Blumen sind Produkte der Vergangenheit. Und es ist ein eigenthümliches Zusammentreffen, daß die rasche Entwicklung Beider: der Blumenwelt einerseits und des Menschengeschlechts anderseits, in dieselben Weltzeiten, in die nämlichen palaeontologischen Zeitalter zusammenfällt. Dennoch haben Beide mit einander nichts Gemeinschaftliches. Wir würden umsonst nach Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den Menschen der Vorzeit suchen. Die Entwicklung des Einen vollzog sich unabhängig von der Entwicklung des Andern.

Der Mensch wurde zum Menschen im Kampf mit den Thieren.

Die Blume aber ist das Produkt eines Daseinskampfes zwischen verschiedenen Pflanzen. Die Entwicklung des Intellektes gab bei der Menschwerdung aus thierischen Anfängen den Ausschlag. In der Zuchtwahl beim Kampf ums Dasein spielte der Intellekt in der Menschwerdung die Hauptrolle.

Anders bei der Blume!

Hier waren Farben-Entfaltung, Honigabsonderung und Aroma die Angriffspunkte für eine Blumenzüchtung durch Insekten.

Ja wohl! Die Insekten haben die Blumen gezüchtet und sie haben es gethan, ohne vom Menschen beeinflußt worden zu sein. Und die ehedem so unscheinbaren Blüthen der vorweltlichen Pflanzen sind groß geworden und sind unter Tausenden verschiedenster Gestalten in's Dasein getreten, ohne daß sich der Mensch um sie bekümmert hätte.

Erst als sie vollendet vor unserem Geschlechte sich über Feld und Fluren ausbreiteten, erst als der Mensch recht anfing, seiner selbst und der Umgebung bewußt zu werden; erst da — es ist eine sehr kurze Zeit her — begann in uns das Verlangen, auch der Blumen Daseins-Geheimniß zu lüften.

Und wieder ist es ein eigenthümliches Zusammentreffen:

Mit Einem Mal fällt es wie Schuppen von unseren Augen und wir gewinnen Einsicht in unseren eigenen Entwicklungsgang. Wir wissen endlich, woher wir kamen und wer wir sind.

Zu gleicher Zeit, ebenfalls unvermittelt, werden wir der Offenbarungen in der Pflanzenwelt gewahr: mit Einem Male fragen wir: woher kommen die Blumen und was sind sie? — und siehe da: wir fragen nicht umsonst. Jahrtausende lang war dem Menschen sein eigen Dasein ein Räthsel und Jahrtausende lang kümmerte er sich nicht um die Blumenfrage.

Nun mit Einem Male drängen sich beide Fragen in den Vordergrund der menschlichen Gedankenwelt und mit Einem Male — gleichzeitig — werden beide Fragen gleich befriedigend beantwortet.

Die zwei letzten Jahrzehnte haben es uns angethan. Sie haben uns — die wir Jahrtausende zählen — die zwei größten und schönsten Räthsel gelöst. — Freilich hat uns die Vergangenheit Documente hinterlassen, die im Werthe über Moses und den Propheten stehen, nicht auf Pergament- oder Papyrus-Rollen geschriebene, sondern in Steinen tief eingravirte — kalt und stahlhart von Aussehen, warm und lebensfrisch in der Rede ihrer Inschrift.

Auch die starre Rinde unseres Planeten ist etwas Gewordenes, das sich langsam entwickelt hat und heute noch weiter verändert, wie seit jenen fernsten Weltzeiten, da das erste pflanzliche Grün Smaragd-Teppiche über die niedrigen Continente ausbreitete.

Die Erdrinde selbst hat ihre eigene Geschichte geschrieben.

Die Geologie zeigt uns heute, wie Berge entstehen und Thäler ausgewaschen werden, wie Granitgebirge in Trümmer zerfallen und mit ihrem Detritus Thalschaften ausfüllen, wie Länder ins Meer versinken und anderswo Festländer sich über dem Ocean erheben.

Die Geologie zeigt uns, daß heute noch dieselben Naturkräfte thätig sind, wie ehemals, da die Alpen und der Himalaja sich langsam über das Meer erhoben und ihre Felsmassive sich zu thürmen anschickten.

Die Geologie lehrt uns, daß die Erdoberfläche, die Rinde unseres Planeten stetsfort und ununterbrochen Wandlungen unterworfen ist.

Und diese wandelbare Erdrinde hat während ihrer eigenen Entwicklung auch die Geschichte ihrer Bewohner geschrieben: Pflanzen- und Thierreste der fernsten Vorzeiten, zufällig vor ihrer Verwesung in Schlamm gerathen, sind versteinert und tief im Erdinnern vergraben worden.

Des Menschen Hand hat jene ehrwürdigen Reste aus den verschiedenen Erdschichten herausgeholt und sein geistiges Auge hat noch rechtzeitig die versteinerten, allerdings auch nur fragmentarisch erhaltenen Schriftzüge als Theile des Manuskriptes unwiderlegbarer Naturoffenbarung erkannt. Die Lectüre dieser untrüglichsten aller Documente ist zu einer neuen Wissenschaft — wohl der ehrwürdigsten — geworden: die Palaeontologie trat an die Stelle der Mosaischen Genesis. Das „tohu wabohu" (wüst und leer) wurde nach und nach lichter, heller und freundlicher.

Und heute gibt uns die Palaeontogie die Mittel in die Hand, Excursionen in die tiefsten Schichten der Vergangenheit zu unternehmen, in die Perioden ungezählter Jahrmillionen, welche vor dem Auftreten des Menschen über unsern kleinen Stern dahin gegangen sind. Wir erleben nun auch noch die vormenschliche Vergangenheit.

Der erste „Schöpfungstag" umfaßt eine halbe Ewigkeit.

Alle geologischen und paläontologischen Befunde deuten darauf hin, daß unsere ganze Erde einstmals vom Meere bedeckt war. Erst war das Urmeer todt, leblos, stille, von der Erdwärme sprühheiß und dampfend; ungezählte Jahrhunderte lang von niederstürzenden atmosphärischen Niederschlägen gepeitscht, langsam erkaltend — continuirlich verdunstend und im langweiligen Kreislauf der Wasser sich ewig weiternährend. Noch fehlten alle Organismen.

Aber es ist kein Zweifel, daß in den Wassern der Urmeere das Leben auf unseren Planeten seinen Anfang nahm.

Alle lebenden Organismen waren ursprünglich Wasserbewohner.

Das lehren uns die ältesten Erdschichten, in denen wir noch Spuren von Lebewesen zu erkennen vermögen.

Das pflanzliche Leben begann mit den einfachsten, mit den niedrigsten Formen.

Das thierische Leben nahm seinen Ursprung aus ähnlichen, höchst einfachen Formen.

Die Grenzlinie zwischen den niedrigsten Pflanzen und den niedrigsten Thieren war in jener Urzeit des Lebens wohl ebenso wenig scharf, als sie es jetzt ist. Die lebendige Natur der Gegenwart sagt uns aber, daß an der unteren Grenze zwischen Pflanzen- und Thierwelt beiderlei Charaktere in einander übergehen und durch einander vermischt sind. Es gibt in der That zwischen beiden Reichen der Lebewelt heute noch eine Art Zwischenreich, welches jene primitiven Formen von Organismen umfaßt, die weder entschiedene Pflanze, noch typisches Thier, oder gleichzeitig Beides zugleich sind. Mit solchen niedrigsten Formen — so müssen wir schließen — begann wohl das Leben auf der Oberfläche unseres Planeten.

Das Wasser der Meere, der Seeen, der Ströme und Flüsse, der Bäche und Rinnsale ist ein einheitliches Medium und seine chemische Zusammensetzung und seine physikalischen Eigenschaften müssen in den fernsten Urzeiten dieselben gewesen sein, wie jetzt. Als solches einheitliches Medium bietet das Wasser den niedrigsten Organismen heute noch Existenzbedingungen, wie sie im Anbeginn des organischen Lebens vorhanden gewesen sein müssen.

In der That sind die ältesten Spuren pflanzlichen Lebens der Urmeere nur Algen- oder Tangformen von ähnlicher Gestalt, wie wir sie da und dort heute noch in den Meeren antreffen.

Die allerniedrigsten, die primitivsten Formen der Urmeer-Algen konnten allerdings wegen ihrer Kleinheit, Weichheit und Feinheit des Baues unmöglich versteinert werden Aber wir kommen auf dem Wege der Analogie-Schlüsse zu dem Postulat, daß die jetzige Organismenwelt des Wassers wegen der Aehnlichkeit der Lebensbedingungen uns auch Aufschluß geben muß über den Charakter jener niedrigsten Organismen der Urmeere. Und die niedrigste Pflanze der Jetztzeit — oder sagen wir: der niedrigste Organismus, welcher den Namen „Pflanze" oder „Pflänzchen" verdient, ist ein einzelliges Wesen von mikroskopischer Kleinheit, ein Klümpchen grün gefärbten, teigartigen Protoplasmas, meist eingehüllt in eine elastische, schützende Hülle, die glashelle farblose Holzstoff-Membran.

Dieses einzellige Wesen — eine Art kugeliges Bläschen darstellend — ist der Urtypus der ersten Pflanzen, welche von den Wassern der Urmeere beherbergt wurden. Es ist sozusagen auf der untersten Schwelle des ganzen Pflanzenreiches stehen geblieben indeß andere Wesen gleichartigen Aussehens und gleichartigen Ursprunges sich vervollkommneten und zu höheren Formen entwickelten.

Unberechenbare Zeiträume lagen über den lauen Gewässern des einen großen und ungetheilten Weltmeeres, indeß sich eine vielgestaltige Algen-Flora entwickelte, von der uns nur die robusteren Formen mit lederartiger Consistenz in Versteinerungen und Abdrücken überliefert wurden.

Die erste Stufe in der Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches umfaßt also ausschließlich, einzig und allein die Algenflora der Urmeere. Es sind sogenannte Lagerpflanzen von ungeheuer mannigfaltigem Aussehen, aber ohne eine Gliederung in ächte Stengel, Blätter und Wurzeln, also Pflanzen, wie wir sie jetzt noch als Grün-, Roth- und Braun-Tange in Meeren antreffen (vergl. Taf. V unseres Werkes, mit den Meertangen der Adria).

Mit der langsam fortschreitenden Abkühlung der mit Wasser bedeckten Erdrinde war eine allmälige Zusammenziehung der Planeten-Oberfläche verbunden, es entstanden in Folge dieser successiven Contraction auch Hebungen einzelner Strecken, eine Art wellenförmiger Blähungen. Erst vollzogen sich diese Niveau-Differenzen unter dem Wasserspiegel, bis die Ausblähungen in Form von Festland-Streifen über den warmen Meerspiegel emportauchten. Da fanden zum ersten Mal die bisher untergetauchten oder schwimmenden Meertange stellenweise Gelegenheit, abwechselnd bald über, bald unter dem Wasser zu leben.

Neue Verhältnisse, neue Existenzbedingungen waren gegeben, um es den stets in langsamer Wandlung begriffenen Pflanzenformen zu ermöglichen, sich allmälig an den Aufenthalt auf einem sumpfigen Festland anzupassen.

In der That treffen wir schon gegen das Ende der pflanzlichen Primordial-Periode, in der Silurzeit und im Devon, wahre Landpflanzen; aber es sind zunächst nur solche, welche ein überaus feuchtes Klima, eine Sumpf-Atmosphäre lieben: Farnkräuter, Schafthalme und bärlappähnliche Gewächse, also noch Pflanzen, bei denen wir umsonst nach eigentlichen Blüthen suchen, Pflanzen, die in ihrer Geschlechts-Sphäre noch an das flüssige Wasser gebunden sind, ähnlich, wie sich die heutigen Farne, Schachtelhalme und Bärlappe nur bei Anwesenheit tropfbar-flüssigen Wassers geschlechtlich fortzupflanzen vermögen.

Diese Sumpfpflanzen der Silur- und Devonzeit gelangen in der darauf folgenden, ungeheuer langen und durch eine sehr ruhige Entwicklung ausgezeichneten Steinkohlen-

Periode zur mächtigsten Entfaltung. In der palaeophytischen Epoche der Kohlenformation dominiren in den üppigsten und zierlichsten Formen die Farne, schachtelhalmartige Gewächse und Bärlappformen von ganz fremdartigem Charakter. Sie bilden die Hauptmasse des Steinkohlen-Waldes, dem wir die Ablagerung der Kohlenflötze verdanken.

Aber während der Jahrhundert-Tausende dieser dumpfig-schwülen Periode findet die Pflanzenwelt auch Gelegenheit, aus blüthenlosen Gewächsen endlich auch Blüthenpflanzen hervorgehen zu lassen.



Ideale Wald- und Sumpflandschaft der Steinkohlenzeit.

Die Schöpfung der Blüthenpflanzen beginnt jedoch nicht mit den höchsten, sondern mit den niedrigsten Typen, nämlich mit den (nacktsamigen) Gymnospermen, zu denen unsere Nadelhölzer und Cycadeen gehören.

Noch sind keine farbigen und duftenden, keine honigabsondernden Blumen in's Dasein getreten.

Noch summt keine Biene durch den Urwald, noch schaukelt sich kein Schmetterling von Blüthe zu Blüthe; denn das Gros der Pflanzen ist blüthenlos, der kleinere Theil bildet Blüthen, die aber der Farbe, des Aromas und des Nectars entbehren und daher den Insekten noch keine besondern Lockmittel darbieten, ähnlich wie diese letztern auch unsern Tannen und Kiefern, unsern Eiben und Wachholder, unsern Cypressen und Lebensbäumen, den Cedern u. Cycas-Arten der Jetztzeit abgehen.

Man hat versucht, Charakterbilder der Steinkohlenflora in Form von Landschaftsgemälden zu geben (vergl. nebenstehende **Ideal-Landschaft der Steinkohlenzeit**) und gewiß ist der eine und andere dieser Versuche von Unger, Brogniart, Oswald Heer und Saporta mehr oder weniger gelungen. Aber diese aus Versteinerungen reconstruirten Vegetationsbilder befremden uns nicht minder, als die Culturbilder aus dem Mittelalter oder aus der vorchristlichen Zeit. Der steife und nackte Wuchs säulenartig aufstrebender Schafthalme (Calamiten), die gabelig verzweigten Stammgerüste riesiger Bärlapp-Gewächse (Siegelbäume), das wunderliche Flechtwerk wirr durch einander geschlungener Farnkräuter und die Majestät der gigantischen Baumfarne würden, in den mannigfaltigsten Gruppirungen erscheinend, uns heute in ein stummes Staunen versetzen.

Und dazu die Stille des Steinkohlen-Waldes!

Kein thierischer Laut echote in den Säulenwäldern.

Einzig der schrille Ton einer Grille unterbrach zeitweise die Stummheit der Natur. Auf die lange Zeit der ruhigen Entwicklung in der Steinkohlenperiode folgt die mesophytische oder secundäre oder auch jurassische Epoche, welche bis in die Mitte der Kreidezeit hinaufragt. In der Vertheilung und Gliederung zwischen Festland und Meer treten während dieser gleichfalls Jahrhunderttausende umfassenden Periode mannigfaltige Veränderungen auf. Die Pflanzenwelt erleidet eine allmälige Umprägung des Gesammt-Charakters in dem Sinne, daß die Gefäßkryptogamen, d. h. die höchstorganisirten blüthenlosen Gewächse (Farne, Schachtelhalme und Bärlappe) ihren Höhepunkt überschreiten und ihre Herrschaft zum größten Theil an die nacktsamigen Pflanzen, namentlich an die Nadelhölzer und die Cycadeen abtreten.

Die secundäre Periode charakterisirt sich durch die Massen-Entfaltung der windblüthigen Pflanzen, jener Gewächse, welche ihren trockenen Pollen an den Wind überliefern, auf daß ein kleiner Theil davon gelegentlich auf die nacktliegenden Samenknospen gelange und dort die Befruchtung vollziehe.

Erst einige wenige Monocotyledonen erscheinen als Herolde der bedecktsamigen Blüthenpflanzen, der sogenannten Angiospermen.

Aber alsbald — und dies geschah, nach den bisherigen palaeontologischen Befunden zu schließen, kurz nach dem Beginn des Niederganges der Gymnospermen-Herrschaft, ungefähr in der Mitte der Kreidezeit — erschienen auch die Dicotyledonen, die eigentlichen Laubpflanzen, auf der großen Bühne unseres kleinen Planeten, um von da an sich bis in die Jetztzeit hinauf in aufsteigender Entwicklung weiter auszubreiten und an Vielgestaltigkeit der Formen, wie an Massen-Entfaltung alles bisher Dagewesene zu überbieten.

In den verschiedensten Erdtheilen sehen wir während der zweiten Hälfte der Kreidezeit die Dicotyledonen an Formenreichthum und Macht in demselben Maße mehr und mehr gewinnen, als die Nadelhölzer und Cycadeen abnehmen und zurückweichen.

Aber es ist eine vielbedeutende Thatsache, daß am Beginn jener Zeit, da die Repräsentanten der Classe höchstorganisirter Gewächse ihre Herrschaft antraten, noch auffallend viele Windblüthige unter den Dicotyledonen existirten. So besaßen beispielsweise von 100 aufgefundenen und beschriebenen Laubpflanzen (Dicotylen) aus den Kreideschichten Dacota's nicht weniger als 61 Arten, also beinahe zwei Drittheile aller Formen, nur kleine, unscheinbare Blüthen, wie sie unsere Amentaceen (Kätzchenträger) besitzen, die jeder insektenanlockenden Blüthenhülle (Blumenkrone) entbehren. Nichts

destoweniger finden sich unter jenen 100 Arten auch schon 31 Species mit mehrblätteriger Blumenkrone und sogar einige Arten mit verwachsenem Perianthium, Pflanzen mit notorischen Insekten-Blüthen.

Es beginnt also in dieser Zeit die Action der blumenzüchtenden Insekten.

Und mit ihrem Eingriffe in die Geheimnisse der bis jetzt offen daliegenden, unscheinbaren Blüthen beginnt eine durchgreifende Charakter-Wandlung im Gesammtbild des Pflanzenreiches. Bislang waren die Fortpflanzungsorgane der meisten Gewächse auf die unentbehrlichsten Theile beschränkt: sie hatten keinen lockenden Farbenglanz, verbargen sich auch unter keiner Hülle oder wenn eine solche gebildet wurde, so bestand sie nur aus unansehnlichen Schuppen. Aber es ist, als ob in der That die nach und nach reicher gewordene Natur ob ihrer bisherigen Nacktheit erröthete. „Sie wob sich — wie Saporta sich ausdrückt — eigentliche Hochzeitskleider; zu diesem Zwecke schmeidigte sie die den Fortpflanzungsorganen benachbarten Blätter, verwandelte sie in Blumenblätter und gab ihnen die mannigfaltigsten Formen, Gestalten und Farben. Indem die Natur so die auf die wesentlichsten Theile beschränkten Apparate complicirte, schuf sie die Blume, wie die Civilisation den Luxus schuf, den sie nach und nach aus den Nothwendigkeiten einer verbesserten und verschönerten Existenz herausbildete."

Mit dem Eintritt der Honig- und Blüthenstaub-suchenden Insekten in den Züchtungs-Apparat der lebendigen Natur beginnt die Concurrenz in der Entfaltung von Blumenfarbenpracht, Honigabsonderung und Entwicklung von Wohlgerüchen.

In der Kreidezeit beginnt die Anpassung der höchstorganisirten Pflanzen an die Insektenwelt und in Wechselwirkung dazu die Anpassung vieler Insekten an die Blumen. Erst jetzt entwickeln sich aus niedriger organisirten Insekten die langrüsseligen Bienen, Hummeln und Schmetterlinge.

In der That stammt der älteste bis jetzt gefundene vorhistorische Schmetterling aus der Zeit, da die Blumen ihre Farben zu entfalten und letztere als wichtiges Moment in den Kampf um's Dasein einzusetzen begannen. Es ist nicht ohne Interesse, hier auf die Thatsache hinweisen zu können, daß ein fossiler Insektenflügel, den man in der Steinkohlenformation gefunden hatte, zuerst als Ueberrest eines Steinkohlen-Schmetterlinges taxirt wurde, bis in Folge der Einreden, daß in jener Periode der Gefäßkryptogamen-Flora noch gar kein Schmetterling möglich gewesen, eine erneute und sorgfältige Untersuchung herausstellte, daß der fragliche Insektenflügel, der allerdings der Steinkohlenzeit entstammte, nicht einem Schmetterling, sondern einem Thiere aus der Abtheilung der Ephemeriden (Eintagsfliegen) angehört haben muß.

In der auf die mesophytische Periode folgenden Tertiärzeit, da unsere Continente langsam und mälig ihre jetzige Gestalt und Gliederung zu erreichen anfingen, vollzieht sich der großartigste Umwandlungsprozeß der Pflanzenwelt. Es differenziren sich ganze Reihen von Pflanzenfamilien, bei denen die Insekten durch die Vermittelung der Wechselbestäubung der Blumen als züchtende Momente die Hauptrolle spielen. Es gliedern sich allmälig die Verhältnisse der Jetztzeit.

Wenn wir nun recapitulirend und zusammenfassend die Hauptperioden in der Entwicklungsgeschichte des ganzen Pflanzenreiches an der Hand der untrüglichen paläontologischen Befunde in chronologischer Folge an einander reihen, so ergeben sich — von Unten nach Oben, von der Urzeit bis zur Gegenwart aufsteigend — im Wesentlichen folgende Stufen:

I. Urzeit. Ausschließliche Herrschaft der Meer-Algen. Die Urmeere bedecken die ganze Erdoberfläche. Es ist noch kein Festland vorhanden.

II. Uebergangszeit zwischen ausschließlicher Algen-Flora und dem Vorherrschen der landbewohnenden Gefäßkryptogamen. Sumpfliebende Farne, Schachtelhalme und bärlapp-ähnliche Gewächse bedecken die ersten, nur wenig über den Meeresspiegel erhobenen Länderstrecken. Im Meere herrschen die Tange. Die Landpflanzen haben noch keine Blüthen.

III. Steinkohlenzeit. Auf dem Lande entfalten sich die sporenbildenden Gefäßkryptogamen zu üppiger Herrschaft. Es erscheinen die ersten, noch spärlichen Herolde der niedrigsten Blüthenpflanzen, mit trockenem Pollen, also die ersten windblüthigen Gewächse.

IV. Uebergangszeit der Herrschaft der Gefäßkryptogamen an die dominirenden windblüthigen Nacktsamer: Nadelhölzer und Cycadeen. Die Continente werden größer und erheben sich zu bedeutenderer Höhe über das Meer (Trias, Jura und untere Kreide); es erscheinen die ersten Bedecktsamigen (Monocotylebonen).

V. Niedergangszeit der windblüthigen Nacktsamer und Beginn der Herrschaft der bedecktsamigen Pflanzen (Angiospermen). Es erscheinen die ersten Repräsentanten der höchstentwickelten Blüthenpflanzen, nämlich Dicotylebonen (mittlere und obere Kreidezeit).

VI. Zeit der Machtentfaltung der Dicotylebonen. In der Tertiärzeit, da die Continente und Meere allmälig ihre jetzige Gestalt annehmen und die Alpen sich aufthürmen, gelangen die insektenblüthigen, mit cohärentem, feuchtem Pollen ausgestatteten Gewächse zur Herrschaft. Die Pflanzenwelt wird allmälig zum farbenprächtigen und duftenden Blumengarten und gewinnt nach und nach ihren jetzigen Character.

Das sind in kurzen Zügen die Hauptergebnisse der phytopaläontologischen Forschung, die mit Steinhammer und Luppe, mit Zeichnenstift und Mikroskop in jene dunkeln und schwülen Weltzeiten zurückdringt, welche um Aeonen hinter der Menschwerdung liegen. Unser Geist bringt in die Werkstätten der Natur und entziffert aus Steinsplittern und unvollkommenen Abdrücken die Geheimnisse unabsehbarer Vergangenheiten, die Mysterien des Werdens alles Dessen, worauf wir uns heute bewegen, womit und wovon wir leben und weben. Der Mensch trat spät auf den Schöpfungsplan: als bewußtes denkendes Wesen besitzt er eine kurze, sehr kurze Vergangenheit, die — im Vergleich zum Alter des Pflanzenreiches — beinahe mit der Gegenwart in eine Einheit zusammenfällt. Wir sind im Entwicklungsgang der belebten Natur als „Menschen" Kinder des Gestern; aber wir haben die Kraft, indem wir die vormenschliche Vergangenheit zum Gegenstand unseres Denkens und Forschens machen, unsere eigene Lebenszeit in's Unendliche zurückzuverlängern.

Und Alles, was heute um uns ist, trägt die Denkzeichen vergangener Weltzeiten. Nehmen wir die Pflanzenwelt der Gegenwart und prüfen wir, ob sich nicht in ihr die Vergangenheit wiederspiegelt?

Welch eine Fülle und Mannigfaltigkeit der Formen!

Welche Unzahl von Abstufungen zwischen dem Einfachsten und scheinbar Unvoll-

kommensten einerseits und dem Vollendetsten anderseits, zwischen dem Niedrigsten und Höchsten!

Welch ein Reichthum von Erscheinungen, die alle ihre Ursachen haben und alle in näherer oder fernerer Wechselbeziehung zu einander stehen!

Unsere Meere sind belebt von zahllosen mikroskopisch kleinen Pflänzchen primitivster Ausstattung, wie sie am Anfang des Lebens in den warmen Urmeeren jedenfalls auch vorhanden waren. Ein Tropfen lebendigen Meerwassers spiegelt dir heute die Erscheinungsreihen der lebenden Schöpfung an ihrer untersten Schwelle.

Unsere Meere sind aber auch mit höher entwickelten Algen bevölkert. Es gibt sogar riesenhafte Tange, welche untergetauchte Urwälder, die Gärten der Nereiden bilden. (vergl. Tafel V. Meertange der Adria und das zugehörige Kapitel pag. 139 ff. unseres „Pflanzenlebens".) Viele der jetzt lebenden Meeralgen zeigen ähnliche Formen, wie wir sie in den ältesten Erdschichten, den Ablagerungen der Urmeere, als Versteinerungen (Fossilien) finden.

Am Ufer der Gewässer reichen sich Land- und Wasserpflanzen die Hände. Hier gedeihen Algen, die bald vom Wasser überfluthet, bald von Luft umspült werden. Es sind Uebergangsformen zwischen den ausschließlichen Wasserpflanzen einer- und den ausschließlich Land bewohnenden Pflanzen anderseits.

An feuchten schattigen Felsen, im dunstgeschwängerten Moor vegetiren in sammtgrünen Rasen — große Flächen bedeckend — allerlei Moose und Flechten; an anderer schattigfeuchter Stelle erheben sich kühner und üppiger auch Farnkräuter und Schachtelhalme und Bärlapp-Gewächse.

Das sind die Uebergangsformen zu den in fester Erde wurzelnden Blüthenpflanzen. Unsere Bergabhänge und die öden, von Menschenhand noch wenig veränderten wasserreichen Ebenen der nördlichen Theile unserer gemäßigten Zone sind von düstern Nadelwäldern bedeckt. Sie sind Reminiscenzen zu jener ferne hinter der Gegenwart liegenden Zeit, da Jahrtausende hindurch die Nacktsamer dominirten. Auch hier erinnern viele lebende Gestalten an die versteinerten Ueberreste aus dem Zeitalter der mesophytischen Periode. Wie damals, so heute noch wirbelt der Blüthenstaub des Nadelwaldes in ganzen Wolken trockenes Pulver durch die bewegte Frühlingsluft.

Draußen aber, auf der sonnigen Waldwiese spielt der Wind mit den zahllosen Halmen der Gräser und der Seggen. Wenn diese blühen, so stäubt im Sonnenstrahl die ganze Wiese.

Aber in Feld und Flur, am sonnigen Raine, wie am murmelnden Bache, in den Waldlücken, wie am Rande des Sumpfes, auf den saftigen Alpen unserer Berge, wie im Grunde des einsamen Thales, hat die Flora das Schönste zur Entwicklung gebracht, was die Pflanzenwelt bis heute dem Blicke darzubieten vermochte: hunderttausend Formen und Farben duftender, glänzender Blumen; — jede derselben wird von geflügelten Insekten umschwirrt und jede zeigt uns im Detail ihres Charakters die Schriftzüge ihres eigenen Romanes, die Geheimnisse ihrer Liebe, die Beweise ihrer Furcht, die ernsten Zeichen ihrer Besorgniß und zugleich das frohe Auge ihrer Hoffnung.

Wie erklären wir uns aber jene Stufenleiter in der palaeontologischen Entwicklung des Pflanzenreiches?

Wie verstehen wir die vielgestaltige Pflanzenwelt der Gegenwart?

Eine Doppelfrage, die bei genauer Betrachtung ein und dasselbe bedeutet; ein und dieselbe Antwort löst beide Fragen mit Einem Schlage und diese Antwort heißt: „gemeinsame Abstammung" (Descendenz) oder „Umwandlung" (Transmutation), oder „Entwicklung" (Evolution).

Es gibt heute keinen einzigen vernünftigen Grund mehr, an der Abstammung des Höhern vom Niedrigeren, an der Umwandlung des Einfacheren in das Zusammengesetztere, an der Entwicklung des Vollkommneren aus dem Unvollkommenen zu zweifeln.

Wir haben oben gesehen, daß alle Thatsachen der Palaeontologie, jener Wissenschaft von den vorhistorischen, in Versteinerungen erhalten gebliebenen Pflanzen (und Thieren) die Entwickelung des Höheren aus dem Niederen lehrt.

Dazu kommen die unzähligen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der zoologischen und botanischen Entwickelungsgeschichte, jener Wissenschaft, welche das einzelne Lebewesen vom unscheinbarsten primitivsten Anfange an bis zur völligen Reife und nachherigen Zerfalle Schritt für Schritt im Werden, Wachsen, Fortpflanzen und Sterben überwacht.

Ferner zeugen die Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Morphologie in beredter Sprache für die Wahrheit der Abstammung, Umwandlung, Entwicklung.

Die Evolutions- oder Descendenztheorie hat bekanntlich vor 23 Jahren (1859) mit dem Erscheinen des Darwin'schen Werkes über die „Entstehung der Arten" ihren Triumphzug durch alle naturwissenschaftlichen Disziplinen angetreten. Wir halten es für ersprießlich, an dieser Stelle zum besseren Verständniß unserer Spezialfrage die Hauptsätze der Darwin'schen Descendenz- und Selektions-Lehre uns in Erinnerung zu rufen.

Wie erklären wir die Abstammung?

Es sind einige wenige unumstößliche Thatsachen, welche uns Wegleitung geben:

1) Alle Organismen (Pflanzen, Thiere und Menschen) haben eine begrenzte Lebensdauer. Jedes Individuum stirbt früher oder später ab. Der Tod ist eine allmächtige Thatsache, die Alle angeht und dem kein Lebewesen entrinnt.
2) Jede Art (Spezies) von Organismen vermag sich aber fortzupflanzen, indem sie vor dem Tode aller ihrer Einzelwesen neuen Individuen, also einer folgenden Generation, welche die Erzeuger überlebt, das Dasein giebt. Indem sich Generation auf Generation folgt, bleibt trotz der Allmacht des Vernichters Tod die Art (Spezies) als Ganzes durch begrenzte Weltzeiten am Leben, dank dem Fortpflanzungsvermögen der einzelnen Individuen.
3) Dieses Fortpflanzungsvermögen ist aber ein so ausgiebiges, daß unendlich mehr Keime zu neuen Individuen erzeugt werden, als Raum und Nahrung zur Weiterentwickelung vorhanden ist. Die Natur setzt also mehr Keime in's Dasein, als sie zur Entwicklung zu bringen vermag.
4) Jedes einzelne Individuum ist jedem andern Einzelwesen derselben Art mehr oder weniger unähnlich. Die Individuen variiren und treten mit ungleicher, wenn auch wenig differirender Ausrüstung auf den Lebensweg.
5) Diese kleinen, individuellen Abänderungen, durch welche sich Individuum von Individuum unterscheidet, können sich aber, wie die Erfahrung beim Züchten von Pflanzen und Thieren, wie die Beobachtung der Vorgänge im Menschengeschlecht an tausend Enden lehrt, vererben und im Verlaufe von mehreren

oder vielen Generationen anhäufen und schließlich zu großen Abweichungen von der Stammform leiten.

6) Durch die Ueberproduktion neuer Keime, welche Jahr um Jahr von den fortpflanzungsfähigen Individuen gebildet werden, resultirt ein Wettbewerb um Raum, Nahrung, Licht und Wärme, ein Kampf um die Existenzmittel, in welchem die Mehrzahl der Konkurrirenden unterliegen muß.

7) Die am besten für den Kampf um's Dasein ausgerüsteten Individuen überleben die anderen, welche weniger gut ausgerüstet sind und sie bringen ihre überlegenen Charaktere in ihren Nachkommen zur Vererbung und Anhäufung, während jene weniger günstigen Merkmale, welche die Ursache des Unterliegens einzelner Individuen sind, selbstverständlich nicht zur wiederholten Vererbung, nicht zur Anhäufung kommen können, da ja die Träger derselben vorweg im Kampf um's Dasein ausgerottet, ausgejätet werden.*)

Der Kampf um's Dasein ist eine Thatsache, eine erste natürliche Folge der Ueberproduktion neuer Keime, welche an die Stelle der absterbenden Individuen zu treten bereit sind, zu Hunderten mit einander ringend, wer den leer gewordenen Platz endgiltig behaupten soll.

Der Untergang des Schwächeren und der Sieg des Stärkeren im Daseinskampf ist selbstverständlich und ergibt sich mit Naturnothwendigkeit als zweite Folge der Ueberproduktion neuer Keime.

Die zahlreichen Nachkommen einer Pflanze oder eines Thieres konkurriren aber nicht bloß unter sich, mit anderen Worten: sie ringen im Daseinskampf nicht bloß mit Ihresgleichen, sondern auch mit andern Lebewesen und mit den äußern physikalischen, den Klima- und Bodenverhältnissen; die Gewächse kämpfen unter sich um das Erdreich, in welchem sie ihre unterirdischen Organe entwickeln, sie ringen unter einander um Wasser, Licht und Luft; sie wetteifern mit einander, wer den äußeren schädlichen Einflüssen, der Trockenheit und der Nässe, der Kälte und der Hitze, den Stürmen und Hagelschlägen, der drohenden Fäulniß und Verwesung, der Einwanderung schädlicher Parasiten widerstehe, sich vor den Angriffen gefräßiger Thiere schütze und sie konkurriren unter einander um die Gunst der sie besuchenden und regelmäßig in ihren Blüthen die nöthige Bestäubung vermittelnden Insekten.

„Wer für diesen mannigfaltigen und unaufhörlichen Wettkampf am besten und allseitigsten ausgerüstet ist, der erringt die Palme des berechtigten Daseins, indeß die weniger glücklichen Mitbewerber zu Grunde gehen". (Nägeli)

So trifft die Natur, als unbewußtes und ohne beabsichtigten Zweck schaffendes Ganzes fortwährend eine Auswahl unter ihren eigenen Kindern. Die Schwachen werden von den Stärkeren besiegt und ausgejätet, während die Siegenden selbst sich so lange im Verlaufe der auf einander folgenden Generationen vervollkommnen und umwandeln, bis sie den gegebenen Existenzbedingungen gegenüber am besten ausgerüstet erscheinen.

---

*) Vergl. Dodel, Die neuere Schöpfungsgeschichte. Leipzig. Brockhaus 1875, und Dodel-Port, Wesen und Begründung der Abstammungs- und Zuchtwahl-Theorie, zwei gemeinverständliche Vorträge. Zürich, bei Cäs. Schmidt. 1877.



Das ist die natürliche Zuchtwahl im Kampf um's Dasein, bei welcher Natur-Auslese die Pflanzen- und Thierformen im Laufe unzähliger Generationen sich den gegebenen Verhältnissen, unter denen sie leben, anpassen, adaptiren, oder aber — elend zu Grunde zu gehen.

Diese Anpassung (Adaption) hängt selbstverständlich nicht vom Willen oder Vermögen des einzelnen Thieres oder der einzelnen Pflanze ab, sondern sie ist die Folge der Wandelbarkeit, der Variabilität der ganzen Spezies und das Produkt der natürlichen Auslese jener Individuen, die vermöge ihrer günstigeren Ausstattung zur Entwicklung und Fortpflanzung kommen, während die Mehrzahl der andern Individuen vernichtet wird in Folge des Unvermögens, als Individuum sich den rigorosen Verhältnissen anzubequemen. Wenn wir daher von Anpassung reden, so verstehen wir darunter immer das Resultat der durch viele Generationen hindurch stattgehabten natürlichen Zuchtwahl, wobei die denkbar bestausgestatteten Charaktere in den überlebenden Organismenformen erhalten blieben, indeß — durch Generationen hindurch immer die weniger günstigen Abänderungen der einzelnen Individuen mit letzteren selbst unterlagen.

So gelangen wir zum Verständniß der Thatsache, daß unter den mannigfaltigsten Lebensverhältnissen auch die mannigfaltigsten Lebensformen vorhanden sind.

Jeder eigenartige Standort hat seine ihm angepaßten Pflanzenformen, die dort bei unveränderten Verhältnissen von keinen anderen Formen verdrängt werden.

Das Meer hat seine besonderen Pflanzenformen, die dort nicht von Landpflanzen verdrängt werden können.

Der Süßwassersee, die Ströme, Flüsse und Bäche haben ihre eigenen Vegetationen, die in ihren Domänen über alle anderen Vegetationsformen triumphiren.

Das Torfmoor, der Teich, die sumpfige Wiese, das Seeufer — sie alle haben ihre adaptirte Flora, deren Bestandtheile über alle fremden Mitbewerber den Sieg behalten.

Die sonnige Halde und die trockene Haide haben ihre eigenartige Pflanzenwelt, weil Eindringlinge aus anderen Existenz-Verhältnissen nicht aufkommen können, sondern vorweg zur natürlichen Ausjätung gelangen.

Das einsame Bergthal, die höchste Alpenregion, der heiße Süden, der kalte Norden, die trostlose Steppe am Niveau des Meeresspiegels, die Hochebene der gemäßigten Zone: sie alle haben ihre charakteristische Flora, das Produkt der natürlichen Auslese im Kampf um's Dasein der Pflanzen vergangener Zeiten und der Gegenwart.

Die Pflanzenwelt der Jetztzeit trat nicht als Vollendetes in die Erscheinung, sondern sie ist das Ergebniß eines langsamen Entwicklungsprozesses der Vorzeit; sie ist das Produkt der Umwandlung jener Pflanzenwelt vormenschlicher Vergangenheiten, jener Pflanzenwelt, von denen uns die aus der Erde gegrabenen, oder durch den Verwitterungsprozeß unserer Planeten-Rinde bloßgelegten Versteinerungen Zeugniß ablegen, daß die Flora der Vorzeiten eine andere war, als diejenige der Gegenwart. Der genetische, entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang zwischen der jetzigen Flora und der Pflanzenwelt der untergegangenen Schöpfung wird selbst von den reservirtesten Forschern der Neuzeit nicht mehr angezweifelt, selbst von jenen, die den mosaischen Bericht und Alles, was sich, dogmatisch wohlgegliedert, daran fügt, unter allen Umständen zu retten versuchen. Die Lehre von der einstmals stattgefundenen, Alles zerstörenden Sündfluth mußte von der Wissenschaft über Bord geworfen werden; ebenso hatte die Cuvier'sche Katastrophen-Theorie, wonach in der Geschichte unserer Erdrinde und ihrer Bewohner nicht bloß eine, sondern mehrere

vernichtende Fluthen und zerstörende Umwälzungen zu verzeichnen wären, wonach also ebenso viele Neuschöpfungen der Pflanzen- und Thierwelt stattgefunden hätten, als verschiedene, nach Fossilien differirende Erdschichten oder Formationen beobachtet werden, keinen Bestand; denn die Pflanzenwelt und das Thierreich der Gegenwart enthalten lebende Formen, Gattungen und Arten, die nicht allein in die Tertiärzeit, sondern noch tiefer, in die weit älteren Zeitalter zurückweisen.

Viele Gewächse der Gegenwart zeigen noch dieselben Formen und dieselben Lebenserscheinungen, wie sie den ältesten Pflanzen zukamen, von denen uns Versteinerungen aus Jahrmillionen alten Erdschichten überkommen sind.

Flora und Fauna der Jetztzeit enthalten eine Menge Repräsentanten der verschiedenen Entwicklungsstufen, auf welchen die Organismen während ihres allmäligen Entwicklungs- und Umwandlungsprozesses aus niederen Formen der Reihe nach in den vorgeschichtlichen Zeiten gestanden haben.

Alle diese Thatsachen deuten auf eine gemeinsame Abstammung. —

Wenn wir nun die Pflanzen der Gegenwart nach dem Grade ihrer Gliederung und ihrer Lebensweise, nach der Art ihres morphologischen und anatomischen Aufbaues und zumal nach der Art ihrer Fortpflanzungs-Erscheinungen in natürliche Gruppen, in Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen zusammenstellen, wenn wir diese Gruppen so in eine Reihe oder Stufenleiter anordnen, daß am einen Ende die einfachsten, am andern Ende die höchstorganisirten Pflanzen stehen, so erhalten wir ein natürliches System der gegenwärtigen Flora, in welchem — von Unten nach Oben fortschreitend, sich sozusagen die ganze Vergangenheit der Pflanzenwelt, ihr ganzer Entwicklungsgang, von den fernsten Weltzeiten bis in die Gegenwart hinauf, wiederspiegelt.

Die vergleichende Entwickelungsgeschichte der Hauptrepräsentanten aller jetzt lebenden Pflanzenklassen liefert uns die Hauptumrisse der Entwicklungsgeschichte des ganzen Reiches.

So sind wir denn in den Stand gesetzt, uns eine auf exakt ermittelte Thatsachen gegründete Vorstellung vom Lebens- und Entwicklungsgang des ganzen Pflanzenreiches zu machen, welch letzteres ebensowohl ein Zeitalter der Kindheit und der reiferen Jugend zu verzeichnen hat, als das einzelne Individuum mit seiner begrenzten und so sehr kurzen Lebensdauer.

Wir können uns vorstellen, wie aus algenartigen Gewächsen der Vorzeit allmälig Moose hervorgegangen sind; wie aus Moosen höhere blüthenlose Pflanzen, die Gefäßkryptogamen, z. B. die Farne entstanden sein mußten; wie aus den höchstorganisirten Gefäßkryptogamen die niedrigst organisirten, windblüthigen Pflanzen, die Nacktsamer (Gymnospermen) hervorgingen; wie aus windblüthigen Pflanzen schließlich die insektenblüthigen Bedecktsamigen, die Angiospermen, entstanden, und wie in dem bunten, farbigen und duftenden Reiche der Blumen jener fortschreitende Entwicklungsprozeß vom Einfacheren zum Zusammengesetzteren, vom Unvollkommeneren zum Vollkommeneren vorschritt und heute noch weiter schreitet.

So erhalten wir einen Einblick in die Schöpfungsgeschichte der Blumenwelt, indem wir die Repräsentanten der Hauptgruppen unserer jetzigen Pflanzenwelt zu Rathe ziehen und die Bilder ihrer individuellen Entwicklungsgeschichte mit einander vergleichen, das Uebereinstimmende wohl zusammenfassen, die trennenden Unterschiede nach ihrem Werthe und ihrer wahren Bedeutung würdigen.

Die nachstehende Skizze dieser Art beschränkt sich auf das Allernothwendigste und Wesentlichste; das ist in erster Linie die Art der Fortpflanzung unserer Gewächse, in welcher sich am klarsten der aufsteigende Fortentwicklungsgang zur Geltung bringt. In der That hat sich die Berücksichtigung der Fortpflanzungs-Erscheinungen als sicherster Wegleiter bei der Einreihung der Gewächse in ein natürliches System erwiesen, während die Vergleichung der gestaltlichen Gliederung (die Morphologie) und die Art der vegetativen Lebensvorgänge nur in sekundärer Linie sich als brauchbar erweisen.

Die **niedrigste Klasse** der jetzt lebenden Pflanzen umfaßt die sogenannten Urpflanzen oder Protophyten, die zum großen Theile nur mikroskopisch kleine, einzellige Lebewesen darstellen, oder wenn sie mehrzellig sind, noch keine Gliederung in verschiedenartig beschaffene und verschiedenartig fungirende Organe erkennen lassen. Alle diese niedrigst organisirten Pflänzchen zeigen noch keine geschlechtliche Fortpflanzung; sie sind ungeschlechtlich, neutral und vermehren sich einfach durch Theilung der einzelnen Zelle oder durch sogenannte Sproßbildung. Hierher gehören nicht allein die im ersten Kapitel unseres Pflanzenlebens besprochenen Spaltpilze, die Organismen der Kontagien und Miasmen, die Funktionäre der Fäulniß und jauchigen Zersetzung, sondern auch die Pilze der weingeistigen Gährung (Bierhefe, Weinhefe) und eine Anzahl niedrigster Algen, denen ein farbiges Protoplasma für selbständige Assimilation zukommt. Schon bei den grünen, assimilirenden Protophyten, den Urtangen, giebt es einzelne Arten, wo die durch Theilung einer Mutterzelle entstehenden Tochterzellen, abweichend von den Zellen der vorhergehenden Generationen, in einen aktiv beweglichen Zustand übergehen und zeitweise „thierische“ Bewegungen ausführen, im Wasser als ihrem Medium andere Standorte aufsuchen, um sich gelegentlich wieder zur Ruhe zu begeben und sodann in ruhendem Zustande weitere Theilungen einzugehen, neue ebenfalls ruhende Generationen erzeugend, bis gelegentlich wieder Tochterzellen mit schwärmender Bewegung gebildet werden. Diese letzteren können wir vagirende ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen nennen. Sie verhalten sich gegenüber den vegetativen Zellen nur insofern abweichend, als sie unmittelbar nach ihrer Entstehung die Geburtsstätte verlassen und durch ihre aktive Beweglichkeit wesentlich die lokale Ausbreitung der Pflanzenart begünstigen. Die Bildung solcher schwärmender, geschlechtsloser Fortpflanzungszellen bei einigen Urtangen kommt einer Erhebung über den Gesammtcharakter der Protophyten gleich und führt zur Ueberbrückung der scheinbar großen Kluft zwischen dieser niedrigsten und der nächsthöheren Pflanzen-Klasse.

Die **zweite** Klasse umfaßt nämlich kopulationsfähige Pflänzchen, die sogenannten Zygosporen- oder Jochsporen- bildenden Gewächse, welche schon höher organisirte und größere Formen darstellen und neben der ungeschlechtlichen Vermehrung gelegentlich eine niedrigste Art von geschlechtlichen Vorgängen erkennen lassen, indem zu gewissen Zeiten zwei ganz gleichartige Zellen zusammentreten und ihre Plasmamassen mit einander vereinigen zur Bildung eines neuen Pflänzchens (oder zur Bildung eines einzelligen Keimes zu einer neuen Pflanze). Die beiden sich vereinigenden Zellen, welche man Gameten nennt, verhalten sich nach Größe, Form und Funktion in den meisten Fällen absolut gleich; es existirt zwischen diesen kopulirenden Fortpflanzungszellen noch kein nachweisbarer geschlechtlicher Unterschied. Wir haben bereits in einem früheren Kapitel dieses Werkes unter dem Titel: Die Kraushaar-Alge — Ulothrix zonata pag. 121 bis 138 einen der wunderlichsten und lehrreichsten Repräsentanten dieser Pflanzenklasse

kennen gelernt und verweise ich daher an dieser Stelle — um nicht unnöthige Wiederholungen zu begehen — auf die dortigen genaueren Ausführungen, die ja recht geeignet sind, auf die Frage über den Anfang des Geschlechtslebens im Pflanzenreich Licht zu werfen. Wir sehen bei Ulothrix und ihren Verwandten die beiden zusammentretenden Geschlechtszellen nicht allein unter sich ganz gleichartig ausgerüstet, sondern diese primitivsten aller Geschlechtszellen besitzen auch noch den Bau und die Organisation der schwärmenden ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen, wie wir sie nicht allein bei einigen Protophyten, sondern zugleich auch bei manchen Zygosporeen antreffen.

Die Copulation ist also eine weitere Stufe der Differenzirung in den unteren Regionen des Pflanzenreiches und sie bildet die verbindende Brücke zwischen absolut geschlechtslosen und notorisch geschlechtlichen Pflanzen.

Die **dritte** Klasse umfaßt jene Gruppe von niederen Gewächsen, wo neben der geschlechtslosen Vermehrung oder auch ausschließlich jene Art geschlechtlicher Fortpflanzung eintritt, bei welcher ein oder mehrere große Plasmaballen von kugeliger oder eiförmiger Gestalt, die sogenannten Eikugeln oder Oosphären, mit kleineren Plasmapartien anderen Ursprunges eine Verschmelzung eingehen: es treten zwei verschieden große, verschieden gestaltete und verschieden fungirende Plasmakörper, nämlich die große, passive Eizelle (Eikugel) und die kleine, meist activ bewegliche männliche Fortpflanzungszelle, das Spermatozoid, mit einander in Vereinigung und hiebei (also in Folge der geschlechtlichen Befruchtung) resultirt der Anfang zu einer neuen Pflanze, ein lebensfähiger Keim, den man die Eispore (Oospore) genannt hat, indeß die ganze Pflanzenklasse diejenige der Oosporeen heißt. Eine vergleichende Untersuchung lehrt auf's Unwiderleglichste, daß die geschlechtliche Befruchtung nichts Anderes ist, als das Analogon der Copulation bei den Zygosporeen. Die Eikugel ist die eine der beiden Gameten, das Spermatozoid die andere der beiden Gameten; aber letztere sind hier ungleich und repräsentiren nur eine weitere Differenzirungsstufe im Fortpflanzungsleben der Gewächse. Zu den Oosporeen gehören alle Leber- oder Brauntange (Fucoideen) des Meeres, sodann manche grüne Faden-Algen des Meeres und der Süßwässer, auch die bis vor Kurzem fälschlich zu den Thieren gerechneten sogenannten Kugelthierchen (Volvocineen).

Eine **vierte** Klasse von blüthenlosen Pflanzen umfaßt die Carposporeen, bei denen im Wesentlichen dieselben männlichen Fortpflanzungszellen gebildet werden, wie bei den Oosporeen, indeß die in Folge des Befruchtungsvorganges in oder am weiblichen Organ entstehenden lebensfähigen Keime, die sogenannten Carposporen von einer besonderen, höher differenzirten Hülle umgeben werden. Die geschlechtlich erzeugten Sporen dieser Klasse finden sich also in einem besonderen vielzelligen Behältnisse und bilden mit letzterem den sogenannten Fruchtkörper, das Sporocarpium. Die Bildung einer schützenden Hülle für die geschlechtlich erzeugten neuen Keime ist also ein weiterer Schritt im Differenzirungsgang des Pflanzenreiches. In die Klasse der Carposporeen gehören einige hoch organisirte Grün-Tange, die Rothtange des Meeres (Florideen, vergl. das Capitel V „Ein Blick in die untergetauchte Flora der Adria," pag. 139 ff.) und alle höheren Pilze mit hutähnlichem Fruchtkörper.

In allen den bisher besprochenen Pflanzenklassen finden sich Vertreter der sogenannten Pilzgruppe, die entweder als Schmarotzer oder als Saprophyten auf Kosten schon vorhandener organischer Stoffe vegetiren und selbstverständlich auf keiner Stufe geeignet waren, Stammformen für neue, grüne Pflanzen zu werden. Bei der Ableitung

der höchsten Pflanzen aus den niedrigsten Gewächsen kommen daher die Pilze außer Betracht. Das Gleiche gilt von den Flechten, welche eine Gesellschaft zusammenlebender Algen und Pilze darstellen.

Die **fünfte Pflanzenklasse** umfaßt die Lebermoose, welche im eigentlichsten Sinne des Wortes den Uebergang zwischen den gefäßlosen Kryptogamen, deren Vegetationskörper noch nicht in Stengel, Blätter und Wurzeln gegliedert ist, und den Gefäße führenden höheren Kryptogamen, welche beblätterte und bewurzelte Stengelpflanzen sind, darstellen. Die niedrigst organisirten Lebermoose sind noch wahre Lagerpflanzen wie die Algen, und lassen noch so enge Beziehungen zu den letzteren erkennen, daß ein genetischer Zusammenhang zwischen den Lebermoosen und den höheren Lagerpflanzen außer Zweifel steht. Ein Gleiches gilt von den Laubmoosen, die als **sechste Pflanzenklasse** in ihrer Entwicklung die Lebermoose noch um einen Schritt überragen.

Bei allen Moosen (den Lebermoosen wie den Laubmoosen) begegnen wir einem regelmäßigen Generationswechsel folgender Art: Auf je eine geschlechtliche, mit männlichen und weiblichen Fortpflanzungsorganen ausgestattete Generation folgt als Produkt der geschlechtlichen Befruchtung eine anders gestaltete geschlechtslose Generation, welche Sporen bildet, die einzeln, jede für sich, beim Keimen einer neuen Pflanze das Dasein geben, also ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen, aus denen ohne Weiteres wieder eine geschlechtliche Generation entspringt. Auch bei den Pflanzen der oben skizzirten vier ersten Klassen haben wir einen Wechsel verschiedener Generationen wahrzunehmen; ja, bei vielen Repräsentanten von Algen und Pilzen ist dieser Generationswechsel viel complicirter als bei den Moosen, ohne daß wir jene als höher differenzirt denn diese bezeichnen könnten. Im Gegentheil, je höher wir im natürlichen System von den Eisporen-Bildenden aufwärts steigen, desto einfacher gestaltet sich der Generationswechsel.

Ja, bei den höheren Gefäßkryptogamen versteckt sich dieser an den Moosen noch deutlich wahrzunehmende Generationswechsel derart, daß durch das Verkümmern der einen Generation nur noch die sorgfältigste mikroskopische Untersuchung zum Nachweis zweier mit einander regelmäßig abwechselnder Generationen führt.

Von den Lebermoosen an aufwärts durch die **siebente, achte** und **neunte** Kryptogamenklasse, nämlich durch die Gruppe der Schachtelhalme, der Farne und ihrer Verwandten, bis zu den Bärlapp-ähnlichen Gewächsen wird der Generationswechsel immer undeutlicher, weniger und weniger in die Augen springend.

Bei allen diesen höheren blüthenlosen Pflanzen sind die männlichen und die weiblichen Geschlechtsorgane im Wesentlichen von gleichartigem Bau, überall bildet sich die zu befruchtende Eizelle als kugelige Plasmamasse im Innern eines flaschenförmigen weiblichen Organes, das man Archegonium nennt und überall bilden sich in den männlichen Organen (Antheridien) kleine, im Wasser aktiv bewegliche, schwärmende Spermatozoiden. Ueberall ist der Befruchtungsvorgang im Wesentlichen derselbe und besteht er in der Vereinigung eines kleinen Spermatozoids, das in's Archegonium eindringt, mit der dort liegenden großen Eizelle.

Das einläßliche Studium dieser Verhältnisse und die vergleichende Nebeneinanderstellung der hiebei resultirenden Ergebnisse drängt unwiderstehlich zu dem Schluß, daß die Laubmoose, die Schachtelhalme, die Farne und Bärlappe durch successive Weiterentwicklung aus lebermoosartigen Pflanzen hervorgegangen sein müssen. Dafür sprechen nicht allein die verwandten Verhältnisse im Generationswechsel, im übereinstimmenden Baue der Ge-

schlechtsorgane, in der übereinstimmenden Entstehungsgeschichte der geschlechtslos erzeugten Sporen, sondern auch ganz besonders der Umstand, daß beim Keimen der geschlechtslosen Sporen in der Regel erst junge Pflänzchen entstehen, die längere oder kürzere Zeit ein algenähnliches Dasein führen, was in letzter Instanz auf eine Abstammung von tangartigen Gewächsen hinweist.

Bei den Moosen, wie bei den Gefäßkryptogamen haben wir ausschließlich Pflanzen vor uns, die während ihres Entwicklungsganges bald den Charakter meist beblätterter, landbewohnender Stengelpflanzen, bald den Charakter von niedriger organisirten Wasserpflanzen annehmen. Eben in diesem Wechsel gibt sich unverkennbar der Hauptcharakter als Vermittler zwischen ausschließlichen Wasserpflanzen und ausgeprägten Landpflanzen kund.

Bei allen oben besprochenen neun Klassen ist das Fortpflanzungsleben auf die Mitwirkung tropfbar flüssigen Wassers angewiesen. Dies gilt nicht etwa bloß von den geschlechtlichen Vorgängen bei den Zygosporeen, bei den Oosporeen und bei den Carposporeen, sondern auch von den Befruchtungsprozessen bei den Moosen, Schachtelhalmen, Farnen und Bärlappen.

Das Wasser ist das Medium, in welchem sich die Sexual-Erscheinungen der blüthenlosen Pflanzen abwickeln.

Wir können daher sämmtliche Kryptogamen, die sich geschlechtlich fortzupflanzen gewohnt sind, schlechtweg **Wasserblüthige** nennen.

Aber bei den höchsten Pflanzen dieser vielgestaltigen Abtheilung macht sich schon eine lebhafte Tendenz zur Emancipation vom flüssigen Medium geltend; denn diejenige Generation, welche die Geschlechtsorgane bildet, wird vegetativ so reducirt, daß sie zu mikroskopisch kleinen Gebilden herabsinkt, die beim Keimen der geschlechtslos entstehenden Sporen kaum mehr die Sporenhaut verlassen. Indessen werden immer noch activ bewegliche, mit Cilien ausgestattete männliche Fortpflanzungszellen, Spermatozoiden, gebildet, die unbedingt des Wassers bedürfen, wenn sie zu den Eizellen in den Archegonien gelangen wollen.

Aber ein kleiner Schritt führt hinüber aus dem Reich der Kryptogamen zu den Blüthenpflanzen. Die weiblichen Organe der geschlechtlichen Generation sind bei den niedrigsten Blüthenpflanzen, den Nacktsamern (Gymnospermen), welche die **zehnte Pflanzenklasse** darstellen, im Wesentlichen noch gleich gebaut, wie bei den höheren Kryptogamen, bei den Moosen, Farnen, Schafthalmen und Bärlappen; sie sind noch wahre Archegonien, freilich von geringerer Ausbildung als bei den höchsten Blüthenlosen. Diese weiblichen Organe, welche die zu befruchtende Eizelle enthalten, entstehen aber an mikroskopisch kleinen Pflänzchen, welche nicht mehr eine eigene selbständige Generation darstellen, sondern gleichsam accessorische Gebilde der ursprünglich geschlechtslosen sporenbildenden, mit Stamm, Blättern und Wurzeln ausgestatteten Generation sind. Auch die männlichen Organe bilden sich in mikroskopisch kleinen Körperchen, von denen Aehnliches gilt, wie von den Archegonien tragenden, mikroskopischen weiblichen Pflänzchen, Verhältnisse, wie sie schon bei den höchst differenzirten Gefäßkryptogamen, bei den Selaginellen, die zur Gruppe der Bärlapp-ähnlichen Gewächse zählen, angetroffen werden.

Die vergleichende Entwicklungsgeschichte der heute lebenden Pflanzen drängt zu der unabweisbaren Schlußfolgerung, daß die niedrigsten Blüthenpflanzen, die Nacktsamer oder

Gymnospermen, zu denen die Nadelhölzer und die Cycadeen zählen, von Bärlapp-ähnlichen Pflanzen der Vorzeit abstammen; denn bei beiden Pflanzengruppen, die man früher als durch eine tiefe, weite Kluft von einander getrennt gedacht, sind die zwei regelmäßig mit einander abwechselnden Generationen, nämlich die geschlechtliche und die sporenbildende ungeschlechtliche durch Reduktion der einen Generation auf mikroskopisch kleine Pflänzchen, welche gleichsam als beiläufige Organe der anderen Generation erscheinen, auf eine einzige Generation zusammengedrängt.

Die Fortpflanzungs-Erscheinungen der höchsten Kryptogamen und der niedrigst organisirten Phanerogamen sind bei genauer Betrachtung im Wesentlichen ganz dieselben. Die zu befruchtende Eizelle liegt bei beiderlei Pflanzen in einem Archegonium und wartet den anregenden Impuls ab, welcher ihr durch das Hinzutreten von männlichem Protoplasma werden soll. Während aber bei den höchsten Blüthenlosen, den Gefäßkryptogamen, die männlichen Organe in ihrem Innern kleine, mit Cilien ausgestattete, in Wasser activ bewegliche Spermatozoiden bilden, die im Wasser schwimmend durch eigene Kraft und Beweglichkeit zu den weiblichen Organen hinübergelangen, finden wir bei den Blüthenpflanzen keine activ beweglichen männlichen Fortpflanzungszellen mehr, sondern das männliche Organ bedarf zur Annäherung an die zu befruchtende Eizelle eines äußeren Einflusses, des Windes oder der Schwerkraft oder der Insekten, um passiv hinüberzugelangen an den Ort, wo die Befruchtung eingeleitet werden kann.

Man kann sich kurz auch so ausdrücken:

Die Blüthenpflanzen entstanden aus hochdifferenzirten Blüthenlosen, indem sie sich behufs der geschlechtlichen Befruchtung vom Wasser als dem vermittelnden Medium emancipirten und daher zu wahren Landpflanzen wurden dadurch, daß sie die atmosphäre Luft zum Medium ihrer geschlechtlichen Annäherung wählten.

Nun ist es eine höchst bedeutsame Erscheinung, daß die niedrigst organisirten Blüthenpflanzen, die Nacktsamer, welche direkt von hohen Gefäßkryptogamen der Vorzeit abstammen, das nächstliegende, aber auch unsicherste Mittel, nämlich ausschließlich den Wind und die Schwerkraft benützen, um die männlichen Organe in Gestalt von trockenen Blüthenstaubkörnern (Pollen) hinübergelangen zu lassen in die Nähe der zu befruchtenden Eizellen.

Die Klasse der Gymnospermen umfaßt also die niedrigsten Blüthenpflanzen mit sogenannten **Windblüthen**. Die trockenen Blüthenstaub- oder Pollenkörner, welche genau betrachtet jedes für sich ein mikroskopisch kleines, männliches Pflänzchen darstellen, werden bei den nacktsamigen Gewächsen meist in schuppenartigen Gebilden, die gewöhnlich in einer Spirallinie um eine Axe angeordnet sind, erzeugt. Letztere stellen, in größere oder kleinere Gruppen vereinigt, die sogenannten männlichen Blüthen dar, welche beispielsweise bei der Tanne und Kiefer die Gestalt von gelben Zäpfchen besitzen. Zur Zeit der Reife öffnen sich in den männlichen Blüthen die zahlreichen Behältnisse, die sogenannten Staubsäcke und entlassen ein trockenes, meist schwefelgelb gefärbtes Pulver, eben jenen Pollen, der vom Wind fortgetragen wird und in Unmasse, seine Bestimmung verfehlend, nur zum kleinsten Theil, vielleicht kaum im millionten Fall auf die weibliche Blüthe gelangt. Letztere ist bei den Nacktsamern meist ein kleineres oder größeres zapfenartiges Gebilde mit spiralig gestellten Schuppenblättern, die an ihrer Basis, auf der Oberseite nackt liegende Samenknospen tragen, so bei der Tanne und Kiefer, so bei der Pinie und Lärche. Nur wenn durch den Wind oder durch die Schwerkraft

ein Blüthenstaubkorn zufällig an eine gewisse Stelle der Samenknospe gelangt, kann in der Folge eine Befruchtung der im Innern der Samenknospe liegenden Eizelle stattfinden und ein keimfähiger Same resultiren.

Die eigentliche Befruchtung wird dadurch eingeleitet, daß das auf den Scheitel der Samenknospe gelangte und dort von einem Tropfen klarer Flüssigkeit festgehaltene Pollenkorn möglichst nahe gegen das eigentliche Behältniß des Eies hinuntergezogen wird, worauf dann das Blüthenstaubkorn einen schlauchartigen Fortsatz, den sogenannten Pollenschlauch bildet, der weiter in's Innere der Samenknospe hineinwächst und endlich direkt mit dem eigentlichen Ei in Berührung kommt. Sobald dies geschehen ist, geht ein Theil des vom Blüthenstaubkorn herrührenden männlichen Protoplasma's aus dem Pollenschlauch hinüber zum Inhalt der Eizelle, die Befruchtung vollziehend und den Anstoß zur Bildung eines jungen, im heranreifenden Samen zur weiteren Entwicklung gelangenden Pflänzchens gebend.

Bei allen Blüthenpflanzen ohne Unterschied sind die Vorgänge der Bestäubung, d. h. der Uebertragung der Pollenkörner auf die geeigneten Theile der weiblichen Organe, von dem Vorgange der eigentlichen Befruchtung wohl zu unterscheiden; denn Bestäubung und Befruchtung sind zeitlich getrennt, wie bei den meisten Thieren die Begattung und die Befruchtung der Eizellen ebenfalls ungleichzeitig stattfinden, nicht, wie der Sprachgebrauch mancher Lehrbücher und Abhandlungen vermuthen macht, identisch; denn keineswegs findet in allen Fällen Befruchtung statt, wenn Blüthenstaub auf die Theile der weiblichen Blüthe gelangt.

Der Wind, welcher bei den Nacktsamern die Uebertragung des Blüthenstaubes auf die geeigneten Theile der weiblichen Blüthe, also den Bestäubungsvorgang vermittelt, ist, wie leicht einzusehen, ein sehr unzuverlässiger Liebesbote. Er entführt, wie bereits oben angedeutet, den verstäubenden männlichen Blüthen Millionen von Pollenkörnern und trägt sie zu Hunderttausenden meist dorthin, wo sie nicht hingehören, während höchst selten das eine oder andere Blüthenstaubkorn zufällig auf die Samenknospe einer weiblichen Blüthe, also an seinen eigentlichen Bestimmungsort gelangt.

Darum war es nöthig, daß alle windblüthigen Nacktsamer in der Bildung von Pollenkörnern geradezu verschwenderisch zu Werke gingen. Hier ward die Erzeugung einer Unmasse von männlichen Fortpflanzungs-Elementen geradezu eine Naturnothwendigkeit, ähnlich wie bei den Rothtangen des Meeres, wo die Spermatozoiden, abweichend von den anderen Algengruppen, der eigenen Bewegungsorgane entbehren und daher dem Zufall bei Wasserströmungen in ähnlicher Weise preisgegeben werden (vergl. Fig 32 pag. 157), wie die Pollenkörner der Nacktsamer dem Winde. Diejenigen windblüthigen Pflanzenarten, welche nur geringe Quantitäten trockenen Blüthenstaubes bildeten, gingen in Folge ausbleibender oder nur spärlich eintretender Befruchtung zu Grunde, während die pollenverschwendenden Arten reichlich Samen bildeten und erhalten blieben.

So erklärt sich das Dominiren pollenreicher, windblüthiger Gewächse zu jener Zeit, da noch keine Insekten sich um die Blüthen kümmerten und der Wind noch alleiniger Liebesbote zwischen getrennten Blüthen war.

So erklärt sich des ferneren die Thatsache, daß alle windblüthigen Pflanzen keine weithin schimmernden Blumenblätter, keine ätherischen Wohlgerüche und keinen Honigsaft bilden, weil sie der Insekten entrathen und statt derselben den Wind als Bestäubungsvermittler im Dienste behalten. Die Hervorbringung glänzender, farbiger

Blumenblätter, die Abscheidung aromatischer Stoffe und süßen Honigsaftes würde den nacktsamigen Windblüthlern keinen Nutzen gewähren, da der Wind sich weder durch das eine noch das andere Moment beeinflussen läßt.

Aber die Natur ist auf dieser Stufe pflanzlichen Geschlechtslebens nicht stehen geblieben; sie schritt zu weiteren Versuchen und führte Abkömmlinge windblüthiger Gewächse der Vorzeit über jene Anpassung an den Wind hinaus, indem sie erst zufällig, wie in Experimenten herumtastend, Insekten auf die Blüthen hinwies, die nach und nach, allmälig und langsam in eine Art gegenseitigen Freundschaftsverhältnisses hineingeriethen, jede Partei ihre Rechnung findend, bis zuletzt eine gesetzmäßige innige Wechselbeziehung zwischen Blumen und Insekten resultirte.

Wir können uns den Anfang zu diesem wunderbaren Umwandlungsprozeß ungefähr folgendermaßen vorstellen:

Durch mehrere geologische Perioden hindurch, während der unmeßbaren Zeiträume, da die Pflanzenwelt sich allmälig aus niederen Anfängen bis zur Höhe der windblüthigen Nacktsamer emporarbeitete, entstanden — aus Ringelwürmern — erst niedrige Insekten, dann nach und nach verschiedene Gruppen von Kerbthieren, wie Schaben, Heuschrecken, Termiten, Eintagsfliegen, Wasserjungfern. In der Steinkohlenzeit lebten nebst den genannten auch schon Tausendfüßler und Spinnenthiere (Skorpione). Bis zu einer gewissen, nicht mehr genau bestimmbaren Zeit lebten alle damals vorhandenen Insekten entweder von grünen Blättern, Stengeln und Wurzeln der höheren Pflanzen oder von den Theilen niedriger blüthenloser Gewächse, oder von thierischen Stoffen, kurz: von allen möglichen organischen Substanzen, wohl auch gelegentlich von Blüthentheilen der nacktsamigen Windblüthler, ohne indeß hier der Pflanze irgend einen Dienst zu erweisen, bis zufällig diese und jene Insektenart entdeckte, daß zur Zeit, da die männlichen Blüthen verstäuben, dort im frisch entleerten Pollen eine schmackhafte Nahrung zu Diensten stehe. Jene ersten Entdecker des Pollens flogen munter von Blüthe zu Blüthe, gelegentlich auch diejenigen mit weiblichen Organen besuchend und hier an geeigneter Stelle, ohne es zu wollen oder zu wissen, zufällig den an ihrem Leibe mitgeschleppten Pollen abstreifend und Bestäubung vermittelnd. Da diese Insekten, angelockt durch den ihnen dargebotenen Blüthenstaub, die genannten Pflanzentheile immer regelmäßiger besuchten, weil sie stets ihre Rechnung fanden; da ferner durch diese häufigen Insektenbesuche die Bestäubung auch ohne Mitwirkung des Windes, also unter den günstigsten Verhältnissen, nämlich bei ganz ruhiger Atmosphäre, durch die pollensuchenden Blüthenfreunde vermittelt ward, so konnte nach und nach die so regelmäßig besuchte Pflanzenform des Windes als Bestäubungsvermittlers entrathen; denn was bei den Insekten zur neuen Gewohnheit wurde, das erwies sich für die Pflanze als Wohlthat: die Pollenverschwendung konnte reducirt werden.

Da sich die Insekten als weit zuverlässigere Bestäubungsvermittler erwiesen, als der spielende Wind, so reichte zur Erhaltung der Pflanzenart die Bildung einer eminent geringeren Menge von Blüthenstaub aus, als dort, wo Luftströmungen und Schwerkraft die Uebertragung des Pollens auf die weiblichen Organe zu vollziehen haben.

Daß dies nicht bloß eine unbewiesene Hypothese, sondern unleugbare Thatsache ist, geht aus dem Umstand hervor, daß alle nichtwindblüthigen, sondern von Insekten besuchten Blumen im Vergleich zu den windblüthigen Gymnospermen eine fast minime

Menge von Pollenkörnern bilden, die freilich die Anzahl der zu befruchtenden Samenknospen immer noch um das Mehrfache übersteigt.

Die eingetretene Ersparniß ist also konstatirt und sie mußte den damit ausgestatteten Pflanzen wohl bekommen; denn in der Blüthe und der heranreifenden Frucht gipfelt das ganze Leben der einzelnen Pflanze; hier concentrirt sich die Arbeitsleistung des Gesammtorganismus vor seinem Zerfall zur Bildung der Nachkommen, zur Erzeugung der folgenden Generation. Die Blume ist — bildlich gesprochen — die Vermittlerin des ewigen Lebens der einzelnen Pflanzenform. Nun leuchtet ein, daß jede Ersparniß in der Ausstattung der Blüthen, jede Vermeidung von Kraftaufwand zur Hervorbringung unnöthiger Gebilde, jede Oeconomisirung innerhalb des Sexualapparates einem neuen Vortheil in der Ausstattung, einer Kräftigung der ganzen Pflanzenart gleichzusetzen ist. So fällt denn die Oeconomisirung des Pollens beim Uebergang der Windblüthigkeit zur Insektenblüthigkeit schwer in die Wagschale und wir begreifen, daß sie den damit ausgestatteten Pflanzenformen in hohem Maße zu statten kam, ihnen ermöglichend, nach und nach gegenüber den Windblüthern zur Herrschaft zu gelangen.

Jene Ersparniß an Pollen wird durch den Verlust, den die Blüthen durch die pollenfressenden Insekten erleiden, nicht von ferne compensirt, denn selbst in dem Falle, wo blumenbesuchende Insekten $^9/_{10}$ aller gebildeten Blüthenstaubkörner verschlingen oder für ihre Brut hinwegnehmen, reicht die Menge des übrigen Pollens immer noch reichlich aus, um — wenn gelegentlich durch die Vermittlung der Insekten an ihren Bestimmungsort gelangend — sämmtliche Samenknospen zu befruchten.

Aber die Pflanzenwelt ist nicht einmal auf jener Stufe stehen geblieben, woselbst die Blüthen nur um des schmackhaften Pollens willen von den Insekten besucht und bestäubt wurden. Durch die natürliche Zuchtwahl wurden weitere Abänderungen in den Prozeß der Fortentwicklung hineingezogen: die Blüthen begannen, an diesen oder jenen Theilen, in der Nähe der Staubblätter und der weiblichen Organe Honigsaft abzusondern, wodurch die Insekten mehr oder weniger vom Genuß des Pollens abgelenkt wurden. Indem die Insekten Honig fanden, lernten sie die Blumen hauptsächlich um des Nectars willen regelmäßig besuchen.

Hiebei haben wir uns die Sache nicht etwa so vorzustellen, als ob die Blüthen bewußt, denkend oder von sich aus eigenwillig zu solchen Gewohnheiten gelangt wären: im Gegentheil — die jetzt regelmäßig stattfindende Absonderung des Nektars in sehr zahlreichen Blumen begann ohne Zweifel nicht mit Einem Mal und in solcher Vollendung, wie bei der jetzigen Pflanzenwelt: sondern sie ergab sich erst in Folge eines langsamen Abänderungsprozesses bei auf einander folgenden Generationen, unter dem Correctiv der natürlichen Zuchtwahl im Kampf um's Dasein, wobei jeweilen diejenigen Pflanzen am sichersten von Insekten besucht und mit hinreichendem Pollen bestäubt wurden, welche den Insekten nicht allein spärlich vorhandenen Blüthenstaub, sondern auch süßen Saft, d. h. Honig oder Nektar darboten. Indem die Insekten diese neuen Ausstattungen der Blumen großzogen, paßten sie sich selbst mehr und mehr der Honignahrung an, während gleichzeitig die solcherart vorgezogenen Blumen sich wiederum in ihrer Art den sie begünstigenden Insekten anpaßten.

Der Blüthenstaub — ursprünglich trocken, nach und nach aber bei den Insektenblüthigen in feuchtem Zustand und größeren zusammenhängenden Ballen und Klümpchen zur Entleerung gelangend. — wird also in Folge der Nectar-Abscheidung von Seite

der Insekten mehr und mehr verschont und nur noch gelegentlich als Beigabe zum Honigsaft verzehrt, während eine hinreichende Menge desselben dem Insekt vor oder während oder unmittelbar nach dem Honigsaugen an den Leib abgestreift wird, um in einer später vom gleichen Insekt besuchten Blüthe an die geeignete Stelle des weiblichen Apparates gebracht zu werden, die Bestäubung mit nachfolgender Befruchtung zu bewirken.

Im Blumenbesuch der Insekten liegt nun der mächtigste treibende Faktor in der Weiterentwicklung der Pflanzenwelt.

Die Insekten sind nach und nach zu den berufensten **Blumenzüchtern** geworden.

Ein großer, nicht zu unterschätzender Vortheil der Uebertragung der Bestäubungsvermittlerrolle vom Wind an die Insekten besteht in der Gewinnung größerer Freiheit bei der Ausbreitung der Pflanzenarten über verschiedene Standorte

Während die windblüthigen Stamm-Eltern der Blumenpflanzen meist nur in dichten Beständen, in engeren Gesellschaften fortzukommen vermochten; während die Windblüthigkeit sie verhinderte, allzuweit aus einander zu rücken, ohne der Gefahr, unbefruchtet zu bleiben, unterliegen zu müssen: gestattete der Insektenbesuch ein weiteres Auseinandertreten, ein Hinauswagen des einzelnen Individuums auf entlegenere, isolirte Posten; denn Insekten, welche Blumen zu besuchen gewohnt sind, tragen den Blüthenstaub mit größerer Sicherheit auch auf weiter entfernte, auf einzeln stehende Blumen, als der ziellos streichende Wind. Hiebei kommt weiter in Betracht, daß bei absoluter Windstille trocken stäubender Pollen von Windblüthen gar nicht vom Standort der stäubenden Pflanze fortkommt, sondern senkrecht zur Erde, oder doch nur auf senkrecht unter den männlichen Blüthen stehende weibliche Organe gelangen kann, während umgekehrt gerade bei solcher windstiller Witterung die Insekten ihre weitesten Ausflüge zu machen gewohnt sind und hiebei den Pollen der von ihnen besuchten Blüthen auf die weitesten Distanzen tragen und zur Vertheilung bringen.

Dadurch wird das Feld der Concurrenz jener um neue Standorte ringenden Pflanzen erweitert. Die einzelnen Arten und Gattungen vermögen sich nun unter weit mannigfaltigere Vegetationsbedingungen zu begeben, als es vorher der Fall war. So hat denn beim Uebergang der höheren Pflanzen von der Wind- zur Insekten-Blüthigkeit die natürliche Zuchtwahl im Kampf um's Dasein unter den bunt durch einander gewürfelten Pflanzenformen ein ausgiebigeres Feld für weitere Umwandlungen und Anpassungen an die verschiedensten Verhältnisse erhalten, als jemals in der Geschichte der Pflanzenwelt geschah.

Hierin liegt wohl eine Hauptursache für die verhältnißmäßig rasche Entwicklung der ungeheuren Mannigfaltigkeit jener Gewächse, die seit der Kreidezeit alle Erdtheile erobert haben und heute wohl neun Zehntheile aller lebenden Blüthenpflanzen ausmachen.

Ja, die Insekten waren die unbewußt züchtenden Künstler, welchen die Erde ihren Blumengarten verdankt, nachdem sie durch ungezählte Jahrmillionen nur die einförmigen Wälder von windblüthigen Nadelhölzern und blüthenlose Farne, Schaftthalme, Schuppenbäume und Bärlappe getragen hatte; denn Alles das, was den Blumen in Farbe, Form und Duft als poetische Einkleidung der intimsten Geschlechtsvorgänge geworden ist, die ganze Aesthetik der prangenden und duftenden Blumenwelt, ist das Resultat eines langsam von

Generation zu Generation waltenden Züchtungsprozesses, bei welchem die honigsuchenden Insekten unbewußt die Rolle des Kunstgärtners übernommen haben.

So erscheinen uns die bislang vom Blumenfreund unbeachtet gebliebenen Insekten plötzlich unter einem neuen Gesichtspunkt. In ihrem Summen, Schwirren, Gaukeln und Schweben erkennen wir allbereits eine erkenntliche Sprache. Eine neue Art von Natur-Empfindung überkommt uns.

„Eine neue Saite ertönt im Herzen des Menschen und schon läßt sich voraussehen, wie viel neue Stoffe diese Anschauungsweise des Weltalls dem Gelehrten, wie dem Dichter liefern muß.

„In dem Gemurmel der Höhen und Wälder beim Auf- und Untergang des Tages, wie es das feierliche Stillschweigen der Natur unterbricht — welche Menschenseele hätte da nicht wenigstens einmal auf das summende Leben zu seinen Füßen gelauscht. Aber diese Laute schienen vergänglich; wir glaubten, daß sie nur von dieser Stunde zu uns sprächen, und der Eindruck war unbestimmt und flüchtig.

„Welch ein Unterschied aber, wenn der Mensch weiß, daß es die Stimmen unzähliger entschwundener Jahrtausende sind, die um ihn her ertönen, um sein Ohr schwirren, ihn summend umschwärmen, ihre Gaze-Flügel schließen und entfalten, sich begraben und wieder auferstehen, und von einer Welt in die andere hinübergaukeln!

„Dann wird es ihm scheinen, als ob ihn eine lebendig gewordene Ewigkeit umgebe, und diese unzähligen Stimmen des Lebens werden bis in sein Herz dringen.“ (Quinet)

Während wir beim gegenwärtigen Stand unserer Wissenschaft noch nicht im Falle sind, zu entscheiden, ob die Bildung eines geschlossenen Fruchtgehäuses, des sogenannten Fruchtknotens, der durch die Verwachsung ursprünglich getrennter Fruchtblätter (Samenknospentragender Schuppen) entstand, als ein Züchtungsprodukt der Insekten zu betrachten ist, oder ob die Bildung des Fruchtknotens und die Bergung der ursprünglich nackt liegenden Samenknospen in eine geschlossene Höhle, wie sie alle bedecktsamigen Blüthenpflanzen, die Angiospermen (11. Pflanzenklasse) besitzen, dem Eintritt der Insekten in das Geschlechtsleben der Blüthen vorausging; während also die Entscheidung der Frage, ob die ersten Bedecktsamigen allein unter dem züchtenden Einfluß der Insekten aus Nacktsamern entstanden, noch von der Zukunft zu lösen ist: so besteht dagegen kein Zweifel mehr, daß die Bildung einer doppelten, ungleichfarbigen Blüthenhülle und ihre Gliederung in einen schützenden, derbblätterigen Kelch und eine buntfarbige, zartblätterige Krone dem Eingreifen der Insekten und ihrem unbewußten Wählen und Walten zuzuschreiben ist.

Ebenso deuten alle Erscheinungen der vergleichenden Morphologie und Entwicklungsgeschichte auf die Wahrscheinlichkeit, daß unter dem Einfluß der blüthenbesuchenden Insekten die ursprünglich getrenntgeschlechtigen Blüthen zum Hermaphroditismus übergingen, wobei also, abweichend von den windblüthigen Nacktsamern, die große Mehrzahl der Bedecktsamigen ihre Geschlechtsorgane in eine und dieselbe Blüthe zusammendrängte. Die Hauptmasse der insektenblüthigen Gewächse besitzt in der That hermaphrodite Blüthen, wo beiderlei Organe, Staubblätter und Fruchtknoten dicht neben oder über einander placirt sind, während die Nacktsamer, von denen die höheren Blüthenpflanzen abstammen, in ihren Blüthen jeweilen nur einerlei Geschlechtsorgane zur Entwicklung brachten, so daß dort die einen Blüthen weiblich, die andern männlich waren, wie wir dies jetzt noch bei den Nadelhölzern und Cycadeen der Gegenwart wahrnehmen.

Der Hermaphroditismus, welcher bei den bedecktsamigen Pflanzen typisch geworden ist, muß auf den ersten Blick — regelmäßiger Besuch der Blumen von Seite der Insekten vorausgesetzt — als eine Einrichtung erscheinen, welche die Bestäubung in hohem Grade begünstigt. In allen Fällen handelt es sich ja nur darum, daß die geeignete Stelle des Fruchtknotens, d. h. die Narbe, mit dem geeigneten Pollen einer gleichartigen Blüthe belegt werde. Dies wird — wenn wir die sämmtlichen Pflanzen-Individuen der gleichen Art in Betracht ziehen — weit häufiger geschehen, wenn Staubblätter und Fruchtknoten in jeder Blüthe vorhanden und vom besuchenden Insekt beiderlei Organe zu gleicher Zeit berührt werden, als wenn die eine Blüthe bloß Staubblätter, die andere bloß Fruchtknoten enthält; denn hier müssen zahlreichere Insektenbesuche ausgeführt werden (und zwar abwechselnd bald bei männlichen, bald bei weiblichen Blüthen, wenn eine gleiche Anzahl von Narben zu bestäuben ist) wie dort, wo in den Zwitterblüthen jedesmal Bestäubung eintreten kann, sobald ein Insekt honigsuchend Einkehr hält.

Man deutete bis vor Kurzem das Dominiren des Hermaphroditismus bei der höchsten Pflanzenklasse ganz unrichtig. Allgemein wurde angenommen, daß bei den zwitterigen Blüthen in der Regel Selbstbestäubung, d. h. Belegung der Narben mit dem Pollen derselben Blüthe stattfinde. Wäre diese Annahme richtig, so würde sich bei der Vergleichung der Fortpflanzungserscheinungen sämmtlicher Pflanzenklassen die interessante Thatsache ergeben, daß gerade die höchst differenzirten Gewächse in ihrer wichtigsten Lebenssphäre tief unter die niedrigsten Geschlechtspflanzen hinabgestiegen wären, und zwar auf eine Fortpflanzungsstufe, die streng genommen einer ausschließlich geschlechtslosen Vermehrung physiologisch-gleichwerthig sein müßte.

Zu näherer Orientirung hierüber Folgendes:

Im Leben jedes einzelnen Organismus, jedes einzelnen Thieres, wie jeder einzelnen Pflanze, machen sich die mannigfaltigsten äußeren Einflüsse, wohlthätige wie schädliche, in dauernder Weise auf das Allgemeinbefinden geltend. Jeder Organismus wird in seinem Wohlbefinden während seiner Entwicklung mehr oder weniger beeinflußt von den ihn umgebenden und auf ihn feindselig oder freundlich eindringenden äußeren Agentien. Seine von den Vorfahren ererbte Disposition wird mehr oder weniger getrübt; selbstverständlich wird diese Veränderung in der Disposition eine um so tiefergreifende und namhaftere sein, je complicirter die Organisation des betreffenden Individuums gestaltet ist, je höher die betreffende Pflanze oder das Thier differenzirt erscheint, da ja eine complicirte Maschine durch einen äußeren feindlichen Einfluß viel leichter in's Stocken geräth, als ein einfacher Apparat.

So gelangen wir zu dem kurzen Schlußsatz:

Je höher die Organisation eines Thieres oder einer Pflanze, desto größer die Wahrscheinlichkeit, daß während der Entwicklung des Einzel-Individuums seine ursprüngliche Disposition nach dieser oder jener Richtung verändert wird.

Solche Modificationen in der Disposition des Einzel-Individuums häufen sich bei gleichbleibenden Lebensbedingungen mit zunehmendem Alter immer mehr. Sie können schließlich zu einer Summe anwachsen, welche die Forterxistenz des Individuums gefährdet. Würde sich der brtreffende Organismus vor seinem Tode z. B. durch Sproßbildung oder Zweitheilung vermehren, also auf ungeschlechtlichem Wege einer neuen Generation das Dasein geben, so würden jene Dispositions-Veränderungen ungetrübt auf die Nachkommen übergehen. Machten sich bei letzteren die gleichen äußeren Einflüsse in ähnlichem

Sinne geltend, so würden sich die Dispositions-Abänderungen in der zweiten, eventuell in der dritten, vierten oder noch späteren Generation schließlich derart anhäufen, daß eine Forterxistenz zur Unmöglichkeit würde; mit anderen Worten: bei stets wiederkehrender ungeschlechtlicher Vermehrung jedes hochdifferenzirten Organismus müßte alsbald die Disposition derart alterirt sein, daß ein weiteres Bestehen unmöglich würde.

Diesem Uebelstand tritt nun in erfolgreichster Weise die Fortpflanzung auf geschlechtlichem Wege entgegen. Das Wesen der geschlechtlichen Fortpflanzung besteht bekanntlich darin, daß zur Erzeugung eines neuen Individuums die Plasmamassen zweier verschiedener Zellen, resp. zweier Individuen gleicher Art zusammentreten und das erste Baumaterial zur neuen Generation abgeben. Mit den Plasmamassen der männlichen und der weiblichen Zelle verschmelzen bei der Copulation (in der Klasse der Zygosporeen) und bei der Befruchtung der höheren Pflanzen und Thiere auch die bezüglichen Dispositionen väterlicher- und mütterlicherseits. Je ungleichartiger die äußeren Verhältnisse, unter denen der väterliche und der mütterliche Organismus sich entwickelten, desto ungleichartiger werden die individuellen Modificationen des Allgemeinbefindens sein. In solchen Fällen werden sich bei der Verschmelzung der beiderlei Geschlechtszellen die allfällig vorhandenen schädlichen Modificationen der Normaldisposition gegenseitig mehr oder weniger aufheben oder aber ebenfalls anhäufen. Das Letztere wird der seltenere Fall sein und er wird zur Entstehung eines geschwächten Nachkommen führen, während in der überwiegend großen Mehrzahl der Fälle beim Zusammenwirken verschieden disponirter Individuen derselben Pflanzen- oder Thierart ein Ausgleich im Sinne der Normal-Disposition resultiren wird.

In der That hat die genaue Untersuchung dieser Verhältnisse bei der Züchtung von Thieren und Pflanzen ergeben, daß dort die kräftigsten Nachkommen resultiren, wo die beiden zur Zeugung zusammentretenden Individuen unter ungleichartigen Existenzbedingungen zur Entwicklung kamen und demzufolge ihre Dispositionen in ungleichem Sinne beeinflußt wurden.

Nun verstehen wir, warum alle höheren Pflanzen und Thiere von der ungeschlechtlichen zur geschlechtlichen Fortpflanzung fortgeschritten sind und warum sich in der Natur gleichsam ein Abscheu gegen die Vereinigung zu nahe verwandter Sexualzellen geltend macht.

Schon bei den niedrigsten Geschlechtspflanzen, wie z. B. bei der Kraushaar-Alge (Capitel IV) und anderen Faden-Tangen, bei den Darm-Ulven (Fig. 26 und 27) und einer Menge anderer Grün-Algen, wo kaum ein nachweisbarer Unterschied zwischen den beiden copulirenden Fortpflanzungszellen wahrgenommen wird, sehen wir die Vereinigung nächstverwandter Geschlechtselemente vermieden. Es copulirten z. B. niemals zwei schwärmende Gameten (Microzoosporen), welche einer und derselben Mutterzelle entschlüpften, sondern es müssen die zur Bildung eines neuen Pflänzchens zusammentretenden Zellen mindestens von verschiedenen Mutterzellen derselben Pflanze, häufig sogar von verschiedenen Pflanzen-Individuen herrühren.

Auch bei den höher organisirten Gewächsen, wo die beiden sich vereinigenden Zeugungs-Elemente verschieden gestaltet sind, wo dieselben in gesonderten, männlichen und weiblichen Organen auf demselben Pflanzenstock entstehen, so daß letzterer hermaphrodit zu nennen ist, finden wir die verschiedensten Einrichtungen getroffen, um das Zusammen-

treten von Geschlechtszellen verschiedener, getrennter Individuen zu begünstigen und die Selbstbefruchtung entweder ganz oder doch zeitweise zu verunmöglichen.

Aehnliches nehmen wir bei den niedrigen Thieren wahr. Beim Regenwurm und Bandwurm, wie bei den Schnecken sehen wir die männlichen und die weiblichen Organe im gleichen Individuum zur Entwicklung kommen; aber auch hier wird die Selbstbefruchtung vermieden, die Wechselbefruchtung strenge durchgeführt.

Schon bei vielen Algen (z. B. Florideen — Blüthentangen), bei manchen Moosen, bei den Schachtelhalmen, bei zahlreichen Farnen und bei den höchsten Bärlapp-artigen Gewächsen sind die beiderlei Geschlechtsorgane auf getrennte Pflanzen-Individuen vertheilt; von einer Selbstbefruchtung kann also in all diesen Fällen keine Rede sein, ebenso wenig als bei den höheren Thieren, wo das eine Individuum weiblich, das andere männlich ist.

Nun erscheint es nach all diesen Thatsachen höchst befremdend, daß bei den Pflanzen der obersten Klasse, bei unseren höchstdifferenzirten Gewächsen die beiderlei Geschlechtsorgane in der Regel nicht bloß auf demselben Pflanzenstock vorkommen, sondern hier sogar in dieselbe Blüthe hineingezwängt erscheinen, und zwar nach der bislang herrschenden und heute noch in Laienkreisen weitverbreiteten Ansicht, „zu dem Zwecke", daß Selbstbefruchtung stattfinde.

Wie? — Sollten die höchstorganisirten Pflanzen in der Sphäre des Fortpflanzungslebens einen solch unerwarteten Rückschritt erlitten haben, welcher die Wohlthat der Sexualität total illusorisch machen müßte? —

Kaum glaublich! und dennoch wurde diese unnatürliche Deutung von Linné an bis in die neueste Zeit hinein „wissenschaftlich" gelehrt und anderen Erklärungen gegenüber, welche der Natur der Sache meist mehr entsprachen, eifrigst verfochten und groß gezogen.

Aber der Hermaphroditismus unserer bunten Blumen hat eine ganz andere Bedeutung als die Anstrebung einer gesetzmäßigen Selbstbefruchtung. Im Gegentheil hat sich durch die exakten Untersuchungen der Bestäubungsvorgänge ergeben, daß trotz des Hermaphroditismus, der bei den bedecktsamigen Pflanzen vorherrscht, meistens Fremdbestäubung stattfindet und Selbstbestäubung nur als Nothbehelf, wie als Ausnahmefall erscheint, letzteres meist dort, wo der Insektenbesuch ausnahmsweise unterbleibt.

Zur Sicherung des Insektenbesuches hat die Pflanzenwelt alle erdenkbaren Hülfsmittel in Anspruch genommen, die geeignet sind, die wohlthätigen Blumenfreunde anzulocken und sie zu veranlassen, in der Blume jene Bewegungen auszuführen, durch welche in den einen Fällen Blüthenstaub an eine gewisse Stelle des Insektenleibes abgestreift, in anderen Fällen bei einem weiteren Blumenbesuch dagegen von derselben pollenbehafteten Stelle des Insektenkörpers die empfängnißfähige Narbe dieser anderen Blume berührt und mit Pollen belegt wird.

Im Wettbewerb um den Sieg im Kampf um's Dasein der Pflanzenarten rüsteten sich diese allmälig mit Blumenfarben aus.

Diejenigen Schwesterpflanzen einer und derselben Art, welche durch weithinschimmernde Farben der Blumenblätter von ferne her die Insekten aufmerksam machten, daß bei ihnen Honigsaft und Blüthenstaub zu finden, wurden viel eher von schwärmenden Kerbthieren besucht, als jene bescheideneren Schwestern, die weniger zu glänzen vermochten. Jene

ersteren wurden daher bestäubt und gelangten zur Samenbildung, während die weniger günstig ausgestatteten von den Insekten mehr oder weniger vernachlässigt wurden und ohne Nachkommen dahin gingen, also im Concurrenz-Kampf ohne Weiteres von selbst zur Ausjätung gelangten.

Indem also die farbenglänzenden Blüthenpflanzen über die weniger glänzenden ihrer Art den Sieg davontrugen, steigerten sich durch fortgesetzte Züchtung von Seite der farbenliebenden Insekten auch die Farben der Blumenblätter.

So entstanden im Verlaufe langer Reihen auf einander folgender Generationen unter dem Einfluß unbewußt züchtender Insekten die bunten Blumen. Jetzt erst begann der eigentliche Mai in der Schöpfungsgeschichte der Pflanzenwelt. Die vorher unscheinbaren Blüthen kleiden sich in ein hochzeitliches Kleid, um ihre Gäste zum Zeugungsfest einer neuen Generation einzuladen. Auf den Flügeln der Bienen und Schmetterlinge, der Schwebfliegen und Hummeln zieht die Aesthetik der Farben in die grüne Schöpfung ein; denn viele auf Honignahrung angewiesene Insekten beweisen während ihrer Blumenthätigkeit eine Vorliebe für gewisse Farben.

So hat Hermann Müller neulich gezeigt, daß die langrüsseligen Tagfalter hauptsächlich rothe, violette und blaue Blumen aufsuchen, so die Nelken-Arten, die Seifenkräuter, Sileneen, die roth- oder violettblühenden Primeln, das rothblühende Haidekraut (Erica carnea), die rothen Lilien (Türkenbund- oder Berglilie), die blauen Enzianen, manche Veilchenarten (wie Viola calcarata) und Seidelbaste (Daphne striata) auch mehrere langgespornte roth- oder violettblühende Knabenkräuter.

Aus dieser Thatsache erklärt sich die frappante Erscheinung, daß in den höheren Regionen der Alpen, wo die Schmetterlinge bei der Bestäubung der Blumen eine Hauptrolle spielen, die roth-, blau-, und violettblüthigen Pflanzen-Arten verhältnißmäßig zahlreicher und in der Individuenzahl reicher vertreten sind, als im Flachlande. Wir erinnern beispielsweise nur an die verschiedenen roth und violett blühenden Alpenprimeln, an die stiellose Silene, die trotz ihres zwerghaften Baues oft ganze Flächen mit ihren weithinschimmernden sattrothen Blüthen bedeckt, ferner an die dort so zahlreich vertretenen Enzian-Arten, an einige ausschließlich der Alpenregion angehörende Orchideen, wie z. B. den Männertreu (Nigritella angustifolia), an Daphne striata, Viola calcarata und V. cenisia, an die blauen Kugelblumen (Globularia nudicaulis, cordifolia und vulgaris) und an Empetrum nigrum.

Aus leicht erklärlichen Gründen besuchen die langrüsseligen Nachtfalter blaßgefärbte, weiße oder gelblich-weiße Blumen und in der That besitzen die meisten durch Nachtfalter zu bestäubende Blumen diese blasse Farben.

Allein nicht die Farbe allein erweist sich in vielen Fällen als Züchtungsprodukt langrüsseliger Schmetterlinge, sondern auch die Blumenform namentlich die Länge des den Nectar bergenden Honigspornes. Alle ausgesprochenen Falterblumen haben einen gegen kurzrüsselige Insekten gut geschützten Honigsaft, der tief im Grunde der Blüthe abgeschieden und entweder am unteren Ende einer engen Röhre, oder aber in einem sehr engen spornartigen Organ aufbewahrt wird. Solche Blumen, mit enger aber langer Kronröhre oder auffallend langem und dünnem Honigsporn erweisen sich beim ersten Anblick als Falterblumen; wir erinnern an die Blüthen des gemeinen Geißblatt (Lonicera Periclymenum), die wir auf pag. 231 ff. abgebildet und besprochen haben,

ferner an die langgespornten Blüthen einiger Knabenkräuter aus den Gattungen: Platanthera, Gymnadenia, Nigritella, ferner an die den Honigsaft tief bergenden Nelken und Silenen.

An Tausenden von Beispielen lebender Blumen läßt sich nachweisen, daß überall dort, wo vorzüglich gewisse Insekten von bestimmter Größe, Stärke, Behaarung und Bewegungsart die Fremdbestäubung vermitteln, die betreffenden Blumen ihren Honigsaft so bergen, daß er vorwiegend denjenigen Insekten reservirt bleibt, welche beim Honigsaugen auch regelmäßig die Bestäubung vermitteln. Hierin liegt der Schlüssel zum Verständniß für tausenderlei Erscheinungen in der Ausbildung, Form und Anordnung der verschiedenen Blüthentheile.

Sehr viele Blumen locken die Insekten durch aromatische Stoffe, durch die Abscheidung ätherischer Oele, durch Wohlgerüche aus der Ferne an.

Es ist kein Zweifel mehr, daß die Wohlgerüche der Blumen nicht minder als die Blumenfarben Anpassungen an die honigsuchenden Insekten sind. Damit soll keineswegs gesagt sein, daß farbenglänzende Blumen zugleich in der Regel auch durch Düfte wirken; im Gegentheil: die excessive Entwicklung der Blumenfarben machte in vielen Fällen die Ausscheidung aromatischer Stoffe entbehrlich, so daß häufig die größten und schönsten Blumen fast ganz geruchlos sind. Wir erinnern hierbei an die großblumigen Enzianen, Glockenblumen, Anemonen, Eisenhüte, Pfingstrosen, Dahlien, Flockenblumen, Herbstzeitlosen, viele Veilchenarten, Apfel-, Birn- und Quittenblüthen, an die Kirschblüthen, an die Sumpfdotterblume und die wilden Rosenarten. Alle Insektenblumen duften in höherem oder geringerem Grade, selbst dann, wenn wir den Duft nicht mehr wahrnehmen; denn es ist Thatsache, daß viele Insekten den Honigsaft, der für uns in kleiner Menge geruchlos erscheint, wittern, und zwar auch in jenen Blumen, die für unsern Sinn absolut geruchlos erscheinen. Freilich wirken in Blumen letztgenannter Art auch für die Insekten die Düfte nicht mehr in größere Entfernungen. Es scheint in vielen Fällen eine Correlation zwischen der Farbenpracht und Größe einerseits und intensiven Wohlgerüchen andererseits zu existiren. So können z. B. viele kleinblumige Pflanzen wegen der excessiven Entwicklung von aromatischen Stoffen, wegen der intensiven Blumengerüche der brillanten Blumenfarben entbehren. Die Resede, die Weinrebe und die Lindenblüthen duften weithin und wirken hauptsächlich durch das Aroma in die Ferne lockend auf die Insekten, ohne dabei in brillanten Farben zu glänzen.

Das wohlriechende Veilchen (Viola odorata) ist nur in seinen Farben und in der Größe seiner Blumenkrone bescheiden; aber es lockt aus dem dürrlaubigen Versteck um so mächtiger und unbescheidener durch sein Aroma.

Alle während der Nacht aufblühenden, bei Tage geschlossen bleibenden Blumen entbehren der brillanten Blüthenfarben; aber sie locken durch die stille, dunkle Nacht zur warmen Sommerzeit um so bestrickender durch ihren Duft. Gleichwie die verschiedenen Blüthenpflanzen durch eine ungeheure Mannigfaltigkeit von Farben in den Wettbewerb um die Gunst der Insekten treten, ebenso mannigfaltig sind ihre Wohlgerüche.

Die Bienen und auch die Schmetterlinge folgen zumeist dem lockenden Duft jener Blumen, deren Aroma auch für uns Menschen angenehm ist. Namentlich sind es die Schmetterlinge, welche für exquisite Blumendüfte empfänglich sind. So erklärt sich die Thatsache, daß die Alpenpflanzen, die ja, wie oben bemerkt, zum großen Theil vorwiegend

auf den Besuch von Schmetterlingen aller Art angewiesen sind, im Allgemeinen würziger duften, als die Schwesterpflanzen der Ebene. Das Gleiche gilt — und zwar in noch höherem Maße — von den Nachtblumen, welche in der Regel von Nachtfaltern bestäubt zu werden pflegen.

Von den Knabenkräutern (Orchideen), die sich durch einen langen und engen Honigsporn sofort als Falterblumen zu erkennen geben, besitzen die meisten einen weithinbringenden, ungemein würzigen Duft: es sind hier nicht nur exotische Arten, wie z. B. Vanilla aromatica (die Vanille), sondern auch manche Knabenkräuter der gemäßigten Zone zu nennen, wie z. B. die wohlriechende „Nacktdrüse" (Gymnadenia odoratissima und G. conopsea), der Schwärzling (oder „Männertreu") — Nigritella, die Breitkölbchen-Arten (Platanthera), Waldvögelein (Cephalanthera) und manche Arten der Gattung Orchis.

Es giebt auch eine Anzahl von Blumen mit Aasgerüchen, die uns Menschen selbstverständlich widerlich sind. Eine sorgfältige Untersuchung dieser sogenannten Aasblumen hat ergeben, daß letztere hauptsächlich von Aasfliegen, also von Insekten, denen diese Düfte angenehm sind, besucht und bestäubt werden.

Ja, es giebt sogar unter den Aasblumen solche, welche auch aasfarbige Blüthentheile bilden, durch welche die betreffenden Insekten nicht minder angelockt werden, als durch den täuschenden Aasgeruch. Man hat beobachtet, daß Aasfliegen durch Geruch und Farbe von Blumentheilen sich verleiten lassen, sogar ihre Eier in Aasblumen zu legen, woselbst natürlich die junge Brut aus Mangel an thierischen Nährstoffen elend zu Grunde gehen muß. So wurden manche Blüthen zu wahren Täuschblumen, indem sie sich den Instinkten der Thiere anpaßten, ohne in allen Fällen den sie besuchenden Insekten das darzubieten, was letztere, irregeleitet durch Geruch und Farbe, zu finden wähnten.

Zusammenfassend gelangen wir also zum Schlusse:

In der Entwicklungsgeschichte der Blumenwelt resultirten einzig unter dem züchtenden Einfluß der Insekten alle die verschiedenartigen Ausbildungen und Combinationen der dreierlei Lockmittel: a. Größe und Farbenpracht der Blumenblätter, b. Honigabsonderung und Bergung des Nectars, c. Wohlgerüche durch Abscheidung ätherischer Oele. Alle diese Blumenlockmittel variiren mit der Pflanzenart in der Weise, daß für jede Blumenspecies immer die nöthige Zahl von geeigneten Insekten angelockt wird, welche die Bestäubung zu vermitteln und dadurch in tief eingreifender Weise das Schicksal der Pflanzen-Art zu bestimmen haben.

Das Gedeihen einer jeden Species von Organismen, gleichviel ob Thier oder Pflanze, hängt bekanntlich von vielerlei Faktoren ab.

Wenn in einer Gegend, wohin wir eine aus fremdem Land stammende insektenblüthige Pflanze versetzen, alle übrigen Existenzbedingungen vorhanden wären und es würden die zur Frembbestäubung nöthigen Insekten fehlen, so könnte die betreffende Pflanzenart trotz der günstigen Boden- und Klimaverhältnisse sich unmöglich durch mehrere Generationen erhalten.

Das beweisen uns z. B. die kostbarsten, exotischen Gewächshauspflanzen, welche aus den Tropen zu uns gebracht und in Warmhäusern cultivirt werden: viele derselben, als Topf- oder Kübelpflanzen prächtig vegetirend und auch in normaler Weise blühend, setzen niemals Früchte an, weil in den abgeschlossenen Gewächshäusern unserer

rauheren Gegenden die zur Vermittlung der Bestäubung nothwendigen Insekten fehlen. So unsere tropischen Orchideen; auch manche Azaleen und Rhododendren des fernen Asiens setzen bei uns keine Früchte an, weil die passenden Insekten ausbleiben. Der aufmerksame Gärtner und Blumenfreund wird diese Beispiele leicht um Dutzende vermehren; wir beschränken uns hier darauf, auch in Erinnerung zu bringen, daß selbst Freilandpflanzen, die in der Nähe von anderen blühenden Gewächsen der Concurrenz um die Gunst der Insekten ausgesetzt sind, nicht selten ganz normal blühen, jedoch ohne Samen zu bilden, einzig, weil sie von den Insekten vernachlässiget bleiben.

Es ist thatsächlich leicht zu beweisen, daß die gleichzeitig blühenden Pflanzen im Wettbewerb um die Gunst der Insekten einen stillen, aber auf Leben und Tod gehenden Kampf um's Dasein kämpfen.

Ein einziger Beleg hiefür mag an dieser Stelle mitgetheilt werden:

Am 15. Juni 1881 steckte ich in zwei kleinen Beeten des botanischen Gartens in Zürich keimfähige Samen der rothen Feuerbohne. Bei sehr günstiger, thaureicher, warmer und sonnenheller Witterung entwickelten sich die Keimpflanzen ungemein rasch und zwar so schnell, daß die Stöcke schon nach einem Monat, nämlich Mitte Juli zu blühen begannen. Von da an bis Mitte August, da die feuerrothen Blüthen immer mehr überhand nahmen, setzten sich mit Ausnahme einer einzigen Hülsenfrucht keine Bohnen an, obschon die Blüthen normal entwickelt waren. Es blieben nämlich die bestäubenden Insekten aus und die Blüthen fielen ohne Fruchtansätze eine nach der anderen zu Hunderten unbefruchtet ab. In dieser Zeit fast absoluter Sterilität sah ich trotz wiederholter Beobachtungen zu verschiedenen Tageszeiten keine honigsuchenden Insekten auf den Blüthentrauben unserer Feuerbohne, wohl aber trieben sich Bienen, Hummeln, Schmetterlinge, Wespen und Fliegen in Menge auf den unmittelbar benachbarten reichblühenden Pflanzen herum, die wie: Cerinthe major, Calendula officinalis, Centaurea Cyanus, Bidens leucantha, Cichorium pumilum 2c. auf diese Insekten eine größere Anziehungskraft ausübten, als die Blüthen von Phaseolus coccineus. Die Feuerbohne zog im Wettbewerb um die Gunst der Insekten so lange den kürzeren, als die gefährliche Nachbarschaft existirte. Aber von Mitte August an, da die nächsten Blumenbeete mehr und mehr eingingen, indeß die Feuerbohne immer brillanter in glühendem Blüthenschmuck erschien, traten häufig Fruchtansätze ein, da nun die Insekten bei Abwesenheit anderer, unmittelbar benachbarter Blumen sich endlich einstellten und die Bestäubung vermittelten, welche ohne Insekten-Einkehr bei der Feuerbohne absolut unmöglich ist. (Vergl. hierüber: Dodel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen, Tafel mit Phaseolus coccineus nebst zugehörigem Text.)

Der Einwand, daß wohl erst von Mitte August an die Flugzeit der passenden großen Hummeln begonnen habe, also vorher auch ohne die Concurrenz anderer Blumen bei der Feuerbohne keine Bestäubung eintreten konnte, daß also von einem Wettbewerb um die Gunst der Insekten zwischen Bohnenblüthen und anderen Blumen nicht die Rede sein könne, fällt als unbegründet dahin, da erwiesenermaßen in anderen Gärten Zürichs, wo die Feuerbohne als Zierpflanze zwischen Gemüsen stand, schon Anfangs Juni und von da an sehr zahlreich bis Ende September sich Bohnenfrüchte in Menge ansetzten. Im botanischen Garten unterblieb in jener Zeit die Fruchtbildung durchaus nur in Folge der Ablenkung der Hummeln von Seite anderer lockender Blumen.

Es ist nicht uninteressant, zu vernehmen, daß Belt in Nicaragua, wo er die Feuerbohne cultivirte und reichlich blühen sah, niemals eine Frucht erhielt, weil die dortzulande einheimischen Bienen und Hummeln die Feuerbohne nicht besuchen. Hienach wird die Gewohnheit eines unscheinbaren Insektes entscheidend sein für das Gedeihen einer Pflanzenart.

Die innige Wechselbeziehung, die Correlation zwischen Blumen- und Insektenwelt ist offenkundig.

So löst sich denn auch das „schöne" Räthsel von der Größe und Farbenpracht, von dem Aroma und der reichlichen Honig-Absonderung der Blumen unserer herrlichen Alpenflora.

Wenn wir zum ersten Mal die oberen Regionen unserer Alpen beschreiten, so frappirt uns in erster Linie ein ungeheurer Contrast zwischen der vegetativen Ausstattung der Pflanzen und dem berückenden Zauber der reproduktiven Sphäre: dort oben, an den Steinhalden und spärlich bewachsenen Abhängen, allen Unbilden von Wind und Wetter, Sturm und Schneegestöber, Platzregen und Graupenfall, den schroffsten Gegensätzen klimatischer Einflüsse ausgesetzt, besitzen die Pflanzen eine gedrungene, zwerghafte, dem Erdboden dicht angeschmiegte Gestalt; Stengel und Blätter erscheinen nur zwerghaft entwickelt, die Pflanzen sind in ihrer vegetativen Ausstattung auf die rigoroseste Oekonomie angewiesen — und trotzdem luxuriren sie in excessiver Farbenpracht, in Größe, Aroma und Honigabsonderung ihrer Blumen weit mehr, als die unter günstigeren Bedingungen in der Ebene wachsenden Schwesterarten.

Warum dort oben in den unwirthbarsten Felsgegenden, trotz der prekärsten Existenzbedingungen diese den Alpenwanderer so ungemein angenehm überraschende Ueppigkeit in der Sphäre des Blumenlebens?

Man hat die intensivere und glänzendere Blumenfarbe der Alpenpflanzen auf den Einfluß der größeren Reinheit der Luft, der klarer durchleuchteten Atmosphäre zurückführen wollen, als ob die Blumenfarben sich am offenen, unverdeckten Sonnenlichte bildeten, vergessend, daß das Colorit der Blumenblätter schon im Knospenzustand vorgebildet wird, also das Produkt von chemischen Vorgängen darstellt, die im Dunkel der Blüthenknospe vor sich gehen.

Weder das grellere Sonnenlicht, noch ein anderer klimatischer Faktor kann die Ursache der intensiveren Färbung der Alpenblumen sein.

Die verhältnißmäßig immense Größe der Blumenblätter aber steht im schroffsten Gegensatz zu der pygmäenhaften Entwicklung der vegetativen Organe. Wenn die grünen Stengeltheile und die assimilirenden grünen Blätter während der Wanderung der Alpenpflanzen in unwirthbare Höhen so sehr reducirt wurden, daß sie fast nur noch wie Rudimente der entsprechenden Organe von Thalpflanzen erscheinen, so sollte man erwarten dürfen, daß auch die Blumenblätter zwerghaft zusammenschrumpften. Das ist nun nicht der Fall, wohl aber das Gegentheil: Die Einzelblüthe vieler Primel-, Veilchen-, Steinbrech-, Enzianen- und Vergißmeinnicht-Arten ist bedeutend größer, als die Blüthe einer im Thal wohnenden Schwesterart.

Und das reichlichere Aroma der Alpenpflanzen steht im Gegensatz zu jener Regel, wonach die Pflanzenwelt um so mehr Würzstoffe zu bilden vermag, je näher sie dem heißen Aequator liegt.

Ebenso widerspricht die reichlichere Honigabsonderung, die von verschiedenen Beobachtern an den Alpenblumen constatirt wurde, der Regel, daß die Zuckerbildung in der Pflanzenwelt von kälteren Himmelsstrichen zu heißeren Zonen progressiv zunimmt.

So sehen wir denn, daß die physikalischen Bedingungen, unter denen die Alpenpflanzen leben, eine natürliche Erklärung des schönen Räthsels nicht gestatten. Die Lösung des Geheimnisses liegt vielmehr in den Faktoren, unter denen die Alpenpflanzen blühen und um die Gunst der Insekten wetteifern:

Dort oben in den Gebirgshöhen drängen sich Frühling, Sommer und Herbst in wenige Wochen zusammen. Die Nebel- und Regentage, während welcher keine Insekten schwärmen, sind dort häufiger als im Flachland und selbst bei klarem Himmel sind im Sommer dort oben rauhe Winde nicht selten. So sind denn dort alle Verhältnisse gegeben, welche die Flugzeit der honigsuchenden, blumenbestäubenden Insekten auf ein möglichst kurzes Zeitmaß zusammendrängen. Geben wir nun auch zu, daß in den Alpen die Zahl der Blumen-Insekten ebenso groß sei, wie in der Ebene, so haben diese Insekten in eminent kürzerer Zeit, als in der Ebene, alle jene fast gleichzeitig blühenden Pflanzen zu besuchen, also in kürzerer Zeit eine relativ größere Arbeit zu bewältigen, als die Insektenwelt des Flachlandes, wo die Gesammtflora ihre Blüthezeit auf einen größeren Zeitraum vertheilt, somit die gleiche Aufgabe für die Insekten auf eine größere Zeitspanne verlegt erscheint.

Daraus resultirt aber mit Nothwendigkeit ein rigoroserer Wettbewerb der Alpenblumen um die bei sonnigen, windstillen Tagen so sehr in Anspruch genommene Insektenwelt der Gebirgsregion, und hieraus ergab sich in Folge der klarliegenden Verhältnisse eine Steigerung jener Lockmittel, die wir bereits als Characteristica der Alpenflora bezeichnet haben.

Ich habe diese Lösung des Alpen-Blumenräthsels schon vor 5 Jahren im „Kosmos" (I. Band 1877) einläßlicher zur Sprache gebracht und dabei — an Nägeli anlehnend — die Hypothese zu Hülfe genommen, daß wohl in den Alpenregionen auch die Insekten weniger zahlreich seien, als im Flachland. Dieser Annahme ist von bewährten Insektenkennern, also von berufener Seite, widersprochen worden. Zugegeben wurde allerdings, daß die Bienengeschlechter in den Alpen weniger stark vertreten seien als in der Ebene; dagegen wurde hervorgehoben, daß dort oben um so mehr die Schmetterlinge überwiegen, so daß also eine Art Compensation stattfinde. Die Arbeiten von Hermann Müller scheinen dies bis zur Evidenz darzuthun und es ist bereits oben schon angedeutet worden, in welcher Art die Schmetterlinge unsere Alpenflora beeinflußt haben. Alle übrigen Einwände gegen die vorstehende Lösung des genannten Blumenräthsels erscheinen mir nicht nur zur Entkräftung unzureichend, sondern eher noch Stützpunkte unserer Theorie abzugeben. Mein Freund, Hermann Müller, dem wir das beste Werk über die Wechselbeziehungen zwischen Alpenblumen und Insekten verdanken, betont in seinen Einwänden ganz besonders jene Ausnahmen von insektenblüthigen Alpenpflanzen, welche unscheinbare, kleine und nicht durch Farbenpracht wirkende Blüthen besitzen, wie z. B. Cherleria sedoides, einige Saxifraga-, Galium- und Salix-Arten. Diese Ausnahmen in der Alpenregion beweisen ebenso wenig, als die unscheinbaren, kleinblüthigen Pflanzen der Ebene; denn jeder Insektenblume kommt irgend ein kräftiges Lockmittel zu, hinreichend, um im Wettbewerb mit anderen Blumen doch auch ihre Freunde

unter den Insekten zu finden. Im vorliegenden Falle, bei den kleinblüthigen, unscheinbaren, dem Auge nicht sonderlich auffallenden Alpenblumen wird der Farbenmangel entweder durch reichlichere Honigabsonderung oder durch intensivere Wohlgerüche oder auch durch beide Faktoren zugleich ersetzt. Auch stehen jene Blüthchen meist in dichter gedrängten Beständen beisammen, so daß sie den schwärmenden Insekten um so reichhaltigere Nahrung gewähren, je kleiner die einzelnen Blüthen sind, da von letzteren oft ganze Flächen total bedeckt erscheinen.

Gewiß wird die genauere Prüfung jedes einzelnen Falles auch die letzten scheinbaren Widersprüche lösen. Und wo sich Ausnahmen ergeben, da wird es nicht schwer sein, gerade durch diese Ausnahmen die Regel zu bestätigen, wie dies anderswo schon oft geschehen ist.

Wir kommen sonach zu dem allgemeinen Schlußsatz:

Der Charakter einer insektenblüthigen Flora hängt in erster Linie von den Gewohnheiten und Neigungen der unbewußt züchtenden Insekten ab. Bald dürfte es nicht schwer sein, beim Betreten einer fremden Gegend aus dem Charakter der dortigen Blumenwelt auf die Insekten-Fauna sichere Schlüsse zu ziehen. Wenn wir durch den einsamen Urwald streifend, z. B. auf eine jener wunderbaren Orchideen stoßen, deren Honigsaft in der Tiefe eines engen, 28—35 Centimeter langen Spornes liegt, so wird der Botaniker mit ziemlicher Sicherheit zu behaupten wagen, daß sich in jenem Urwald gelegentlich ein Schmetterling herumtreibt, dessen einrollbarer Saugrüssel mindestens auf die Länge von 28 — 35 Centimeter ausgestreckt werden kann.

Dies führt uns zu einem weiteren Argument: Wenn sich die jetzige Blumenwelt langsam durch Umprägung aus niedriger organisirten, windblüthigen Gewächsen entwickelt hat, so mußte gleichzeitig mit der Transmutation der Pflanzen auch eine Umwandlung der entsprechenden Insekten stattgefunden haben. In der That zeugt die Paläontologie für eine gleichzeitige Wandlung beiderlei Organismen. Vor dem Auftreten von Pflanzen, deren Honigsaft in tieferen Stellen der Blüthen, z. B. in langem, engem Sporn oder im Grunde einer engen Kronröhre geborgen liegt, gab es keine langrüsseligen, honigsaugenden Insekten. Die Entwicklung des langen Saugrüssels der Schmetterlinge, Bienen, Hummeln 2c. ging parallel, gleichzeitig mit der Entwicklung der engen Kronröhre und des engen, langen Honigspornes der Blumen vor sich. Man könnte sich bildlich auch so ausdrücken:

Die länger werdenden Kronröhren und Honigsporne der Blumen haben den Insektenrüssel verlängert und umgekehrt: der länger werdende Insektenrüssel hat die lange, enge Kronröhre und den Honigsporn geschaffen. Richtiger sagen wir: Insekt und Blume haben sich einander angepaßt und gleichzeitig eine Umwandlung durchgemacht. Es liegt außer dem Rahmen unserer Aufgabe, auch einen Abriß der Entwicklungsgeschichte unserer Blumen-Insekten zu geben. Hermann Müller ist bei der Lösung dieser Specialfrage tapfer vorangegangen, als er in verschiedenen seiner Arbeiten zu zeigen versuchte, wie allmälig aus kurzrüsseligen Formen langrüsselige Insekten, aus dummen Kerfen intelligentere, aus trägen sehr fleißige, aus isolirt lebenden gesellschaftliche (sociale), mit Einem Wort: aus niedriger organisirten höhere Insektenformen hervorgingen unter dem Correctiv der natürlichen Zuchtwahl bei der gegenseitigen Anpassung von Blumen und Bestäubungsvermittlern.

Wohl steht die Welt der beiderlei Organismen noch keineswegs vollendet vor uns. Wir hatten schon oben, in vorhergehenden Abschnitten Gelegenheit, zu zeigen, wie da und dort der einzelnen Blume noch ein Mangel anhaftet, welcher in der Folge durch weitere Anpassungen gehoben werden dürfte. Keine geringe Zahl von Blumen entbehrt z. B. der Schutzmittel gegen räuberische Einbrüche unberufener Gäste, welche die Einzelblüthe von Außen und Unten anbohren, um den Honigsaft zu saugen, ohne die Wohlthat der Bestäubung zu vermitteln. Die Missethaten einer auf diese Weise in die Blumen einbrechenden Hummel (Bombus mastrucatus) sind von H. Müller drastisch genug gezeichnet worden, um zu dem Schlusse zu führen, daß auch heute noch der Unvollkommenheiten genug vorhanden sind, um ein Weiterschreiten im Entwicklungsgang der Pflanzen- und Thierwelt zu ermöglichen. Freilich hat in jedem einzelnen Fall die Art der Abänderung und Vervollkommnung ihre Grenzen; würden diese letzteren überschritten, so kann daraus der Tod der Pflanzenart, respective das Aussterben der betreffenden Thierspecies resultiren. Wir gewinnen beim näheren Einblick in diese Verhältnisse sogar die Mittel in die Hand, das stattgehabte Aussterben ganzer Organismengruppen auf die natürlichste Weise zu erklären. Denken wir uns beispielsweise den Fall, daß jene räuberische Hummel (Bombus mastrucatus) im Verlauf vieler Generationen endlich dahin gebracht sei, daß sie gar nicht mehr auf legitimem, sondern nur auf räuberische Weise Honig zu saugen vermag; denken wir uns ferner, daß gleichzeitig mit der Ausbildung ihres räuberischen Instinktes andererseits die von ihr besuchten Pflanzenarten, deren Blüthen sie plündert, ohne Bestäubung zu vermitteln, nach und nach zum Aussterben gelangen, so wird eines Tages für die vollendet ausgebildeten Honigräuber die gewohnte Nahrung ausbleiben: die ganze Sippe dieser illegitimen Blumenbesucher wird in Folge davon ebenfalls aussterben, sofern sie sich nicht auf andere Blüthen wirft, welche ihr Dasein weiter zu fristen vermögen.

Hieraus ergiebt sich aber von selbst, daß die organische Ausstattung jeder einzelnen insektenblüthigen Pflanze nur dann verständlich wird, wenn wir die hunderterlei, mannigfaltigen Beziehungen derselben zu der Außenwelt kennen, wenn wir wissen, welche anderen Pflanzenarten nicht nur hinsichtlich der Ernährung, sondern auch in Beziehung auf alle bei der Fortpflanzung in Betracht kommenden Faktoren mit dieser speciellen Pflanzenform concurriren. Die Verhältnisse sind so mannigfaltig gruppirt, daß es eines jahrelangen intensiven Studiums bedürfte, ehe wir alle Bedingungen erkannt haben würden, unter denen die einzelne Pflanzenart (resp. die einzelne Thierspecies) sich im Kampf um's Dasein zu erhalten vermag. Während ein einziger mikroskopischer Pilz im Stande ist, diese oder jene Pflanzenspecies in einem ganzen Erdtheil aus dem Buch der Lebenden auszulöschen, sehen wir andererseits das Gedeihen und das Dasein des Weinstockes zur Anwesenheit und Absenz der Reblaus in Abhängigkeit gesetzt. Das Aussterben einer Pflanzenart bedingt oft das Aussterben einer Thierspecies, welche auf jene angewiesen war und umgekehrt sehen wir nun heute, nachdem sich die Biologie auf das Blumengeheimniß zu werfen begann, Tausende von hochorganisirten Pflanzen abhängig von den bislang als nebensächliche Erscheinungen betrachteten Gewohnheiten der blumenbesuchenden Insekten. Tausend Ketten von Bedingungen, deren Glieder oft mehrfach in einen und denselben Ring greifen, hier und da scheinbar unlösliche Knoten schürzend, sind durch das Ganze der lebenden Schöpfung ausgespannt und bilden ein unentwirrbares Maschen- und Netzwerk von Gründen und Folgen, von Ursachen und Wirkungen.

So wird das Einzelne erst verständlich in seinen Beziehungen zum Ganzen und das Ganze hinwieder erst begreiflich durch die richtige Erkenntniß des Kleinen, des Einzelnen.

„Wie Alles sich zum Ganzen webt,
Eins in dem Andern wirkt und lebt!
Wie Himmelskräfte auf- und niedersteigen
Und sich die goldnen Eimer reichen,
Mit segenduftenden Schwingen
Vom Himmel durch die Erde dringen,
Harmonisch all das All durchklingen!“

Drei Jahrzehnte eifrigen Forschens berufener Biologen haben erst die gröbsten Umrisse des Blumengeheimnisses zu Tage gefördert. Aber diese goldenen Fäden neugewonnener Erkenntniß bilden heute schon ein stattliches Maschenwerk, aus dessen Mitte die große Wahrheit herausleuchtet, *daß es keine höhere Pflanze gibt, welche sich durch eine unbegrenzte Reihe von Generationen weiter zu entwickeln vermag, ohne daß von Zeit zu Zeit die Geschlechtszellen getrennter Individuen, welche unter ungleichartigen Verhältnissen ihre Entwicklung durchmachen, zur Erzeugung einer neuen Generation zusammentreten.*

Suchen wir nach einem *Gesammt-Ueberblick* über die Hauptresultate dieser neueren Blumenforschung, so können wir bei dem dermaligen Stand der Wissenschaft folgende Kategorieen von Einrichtungen zur *Vermeidung der Selbstbefruchtung* und *Begünstigung der Fremdbestäubung* unterscheiden.

A. Die Zweihäusigkeit oder Diöcie.

Sie besteht darin, daß die beiderlei Geschlechtsorgane auf verschiedene Pflanzenstöcke vertheilt sind, so daß die einen Stöcke bloß männliche, die anderen Stöcke bloß weibliche Organe tragen. Hiebei ist eine *Selbstbefruchtung* absolut ausgeschlossen und erscheint diese Anordnung der Geschlechtsorgane als sicherstes und radikalstes Mittel, die Vereinigung von zu nahe verwandten Sexualzellen zu verhindern. Wir finden dieses Verhältniß nicht allein bei allen höheren Thieren, sondern auch bei vielen blüthenlosen Pflanzen (Kryptogamen) mit geschlechtlicher Fortpflanzung.

Bei den windblüthigen Pflanzen der Nacktsamer (Gymnospermen) sind es nur wenige Arten, welche zweihäusig sind; wir nennen die gemeine Eibe (Taxus baccata) und die Cycadeen.

Relativ noch seltener erscheint die Zweihäusigkeit bei den Bedecktsamigen (Angiospermen) und hier sind manche Diöcier auf der Stufe der Windblüthigkeit stehen geblieben, so die zweihäusigen Arten unter den Gräsern und Halbgräsern, manche Nesselgewächse (Urtica dioica, Cannabis sativa — Hanf), einige Amentaceen (Kätzchenträger), wie z. B. die italienische Pappel (Populus pyramidalis).

Von den insektenblüthigen Gewächsen der Bedecktsamigen ist nur eine kleine Zahl *diöcisch* und von diesen ist als sehr wahrscheinlich anzunehmen, daß sie ursprünglich hermaphrodit waren und erst durch Verkümmerung der einen und anderen Sexualorgane zwitteriger Blüthen wieder zur Trennung der Geschlechter auf verschiedene Pflanzen-Individuen zurückkehrten. Hiervon machen vielleicht einzig die Weiden (Salix-Arten) eine Ausnahme, da alle Anzeichen auf eine direkte Abstammung der Salicineen von zweihäusigen Windblüthern hindeuten. Die Weiden stehen als Insektenblüthige auch auf

einer der untersten Stufen der Differenzirung, da ihnen lockende, farbige Blumenblätter abgehen. Von den übrigen zweihäusigen Insektenblüthern nennen wir beispielsweise: Valeriana dioica — der zweihäusige Baldrian; Lychnis diurna — die Tag-Lichtnelke; Bryonia dioica — die zweihäusige Zaunrübe; Tamus communis — die gemeine Schmerwurz; Gnaphalium dioicum — das zweihäusige Ruhrkraut.

Es ist hier an die oben gegebenen Ausführungen zu erinnern, wonach bei den zweihäusigen Pflanzen in allen Fällen die Samenbildung eine weniger ausgiebige sein wird, als bei den Zwitterblüthigen; denn die sämmtlichen männlichen Pflanzenstöcke können ja keine Samen bilden. Auch sind die Chancen der Bestäubung hier geringer, als bei hermaphroditen Blüthen; denn in allen jenen Fällen, wo ein pollenreines Insekt zuerst weibliche Stöcke absucht, ehe es auf männliche Blüthen übergeht, ist sein Besuch auf jenen ersteren erfolglos. Die Natur hat diesem Mangel in manchen Fällen dadurch abzuhelfen versucht, daß sie die männlichen Blüthen mit größeren oder intensiver gefärbten Blumenblättern ausstattete, als die weiblichen Blumen, so daß die Insekten in solchen Fällen meist zuerst die männlichen und erst hernach die benachbarten weiblichen Stöcke besuchen, wie dies z. B. bei der Taglichtnelke und beim zweihäusigen Baldrian beobachtet wird. In ähnlicher Weise erklärt sich auch der intensivere Farbenschimmer der männlichen Weidekätzchen gegenüber den unscheinbareren weiblichen.

B. Die Einhäusigkeit oder Monöcie.

Hiebei finden sich allerdings beiderlei Geschlechtsorgane auf einem und demselben Pflanzenstock vereinigt, aber doch in verschiedenen Blüthen, auf mehr oder weniger von einander entfernte Zweige vertheilt. Auch dieses Verhältniß findet sich häufig in der großen Abtheilung der geschlechtlichen Kryptogamen: bei verschiedenen Algen, Moosen und manchen Gefäßkryptogamen. Sehr zahlreich sind die Fälle der Monoecie bei den windblüthigen Nacktsamern, zumal bei den Nadelhölzern, ferner bei den windblüthigen Rietgräsern und manchen ächten Gräsern (Mais), sodann unter den Dicotyledonen hauptsächlich bei den windblüthigen Kätzchenträgern, wie Birken, Erlen, Haselnuß, Wallnuß, Eiche, Buche, Kastanie. Unter den Insektenblüthigen finden wir beispielsweise folgende Monoecier: Arons-Gewächse, (Calla, Arum, Anthurium) und Feigen (Ficus-Arten), auch manche Cucurbitaceen (Kürbisgewächse).

Bei den monoecischen Blüthenpflanzen können die weiblichen Blüthen wohl auch von Pollen der männlichen Blüthen desselben Stockes befruchtet werden, aber die beiderlei Sexualzellen sind doch nicht so nahe mit einander verwandt, wie wenn sie in einer und derselben Blüthe dicht beisammen gebildet würden. Hier findet also zum Mindesten nur eine Vereinigung von Sexualzellen aus verschiedenen blüthentragenden Zweigen, häufig aber auch Fremdbestäubung zwischen verschiedenen Stöcken, Kreuzung zwischen verschiedenen Individuen statt.

Daß diese beiderlei Anordnungsverhältnisse der Sexualorgane, Dioecie und Monoecie auch noch heute in den beiden höchsten Pflanzenklassen ihre Vertreter besitzen, obschon die große Mehrzahl der Blüthenpflanzen zum Hermaphroditismus überging, kann kein Grund dafür sein, den letzteren als von untergeordneter Bedeutung zu taxiren oder gar als Rückschritt aufzufassen. Unter den unendlich mannigfaltigen Existenzbedingungen mußte — bildlich gesprochen — jede Pflanzenart selbst zusehen, wie sie am besten ihre Rechnung fand. Auch hier gilt der Satz: „Eines ziemt sich nicht für Alle". Nicht jeder Fortschritt der Mehrheit ist zugleich auch eine Wohlthat für jeden Einzelnen.

C. Eigenartige, die Fremdbestäubung begünstigende Ausbildung, Anordnung und Funktion der verschiedenen Theile hermaphroditer Blüthen.

Der Hermaphroditismus (Zwitterblüthigkeit), d. h. die Zusammenstellung der beiderlei Fortpflanzungsorgane in eine und dieselbe Blüthe, erweist sich als die sicherste Einrichtung der Bestäubung; denn in solchen Blüthen wird es möglich, daß — sobald ein honigsuchendes Insekt von entsprechender Größe und zusagender Gewohnheit erst einmal etliche Zwitterblüthen besucht hat — bei jedem folgenden Besuch einer Blume Fremdbestäubung vermittelt werden kann, vorausgesetzt, daß die Narben in dieser Zeit empfängnißfähig sind.

Aus diesem Grunde ist der Hermaphroditismus bei den Insektenblumen typisch geworden. In vielen Fällen tritt noch begünstigend hinzu, daß bei gelegentlich ausbleibendem Insektenbesuch, also beim Ausfall von Fremdbestäubung, im Nothfall Selbstbestäubung möglich ist. Diese, wenn auch im Allgemeinen weniger kräftige Nachkommen liefernd, als die Fremdbestäubung, taugt am Ende doch besser, als das gänzliche Unterbleiben der Bestäubung; denn in letzterem Falle werden gar keine Samen gebildet, im Falle der Selbstbestäubung aber resultirt doch eine Nachkommenschaft, deren Schwächung sich in den folgenden Generationen nach wiedereintretender Fremdbestäubung wieder verwischen kann. Darum finden wir manche insektenblüthige Zwitterpflanzen mit Einrichtungen ausgestattet, welche im Nothfall zuletzt bei ausbleibendem Insektenbesuch die Selbstbestäubung begünstigen.

Die Hülfsmittel, deren sich die Pflanzenwelt zur Begünstigung der Fremdbestäubung hermaphroditer Blüthen bedient, dominiren aber so sehr über jene, welche die Selbstbestäubung begünstigen, daß jene erstere, nämlich die Fremdbestäubung, zur Regel wird, während letztere — die Selbstbestäubung — nur wie eine Ausnahme erscheint.

Unter jenen Hülfsmitteln zur Vermeidung der Selbstbestäubung nennen wir als hauptsächlichste folgende:

1. **Die Dichogamie.** Sie besteht in der ungleichzeitigen Entwicklung der beiderlei Sexualorgane in einer und derselben Zwitterblüthe.

   Hiebei treten zweierlei Verhältnisse in die Erscheinung:

   a) die Proterandrie (was man mit einem unschönen Wort „Vormännigkeit bezeichnen könnte).

   Bei den proterandrischen Blüthen werden die Pollenkörner früher reif und auch früher aus den Staubsäcken entleert, als die Narben derselben Blüthen empfängnißfähig sind. Solche Blüthen sind daher im ersten Stadium ihrer Anthese männlich, im zweiten weiblich. Der Beispiele dieser Art sind sehr viele; wir erinnern an verschiedene Lippenblüther, wie z. B. die Muskateller- und die Wiesensalbei (Salvia Sclarea und S. pratensis, Fig. 40 pag. 191), den Feld-Thymian (Thymus Serpyllum), die Gundelrebe (Glechoma hederacea); ferner an die blaue Kornblume (Centaurea Cyanus, Fig. 64) und die übrigen 10,000 Arten Korbblüther; an verschiedene Steinbreche (Saxifraga aizoides, Fig. 65. 66.), viele Doldengewächse (Umbelliferen), manche Geranium-Arten (Fig. 70). —

   b) die Proterogynie, („Vorweibigkeit"), wobei die Narben früher empfängnißfähig sind, als der Blüthenstaub derselben Blume reif und entleert wird. Die

geöffnete Blüthe ist daher zuerst in einem weiblichen, später in einem männlichen Stadium.

Auch für dieses Verhältniß gibt es zahlreiche Beispiele, wie die Quitte (Cydonia vulgaris, Fig. 61.) die Osterluzei (Aristolochia Clematidis, Fig. 44), ferner Seguier's Steinbrech (Saxifraga Seguieri, Fig. 67), die gemeine Christblume (Helleborus niger), der Winterling (Eranthis).

2. **Die Heterostylie.** Bei einer ziemlich großen Zahl von Blüthenpflanzen entwickeln sich beiderlei Sexualorgane zu gleicher Zeit und sind diese letzteren gleichzeitig funktionsfähig, wobei aber in der Länge der Griffel und in der Stellung der geöffneten Staubbeutel in verschiedenen Blüthen ungleiche Verhältnisse sich geltend machen. Wir verweisen hier auf die näheren Ausführungen, die wir oben bei der Betrachtung der Primeln, Fig. 50 und 51), des Buchweizens (Fig. 49), des gemeinen Weiderichs (Lythrum Salicaria) und des zierlichen Sauerklees (Oxalis gracilis, Fig. 52) gegeben haben.

3. **Mechanische Einrichtungen** zur Begünstigung der Fremdbestäubung in homogamen und homostylen Zwitterblüthen.

Bei einer großen Zahl von Zwitterblüthen sind die Fortpflanzungsorgane gleichzeitig funktionsfähig und auch keine Unterschiede in der Griffellänge bemerkbar (homogame und homostyle Blüthen), dagegen ist durch die gegenseitige Lage und passende Ausbildung der Staubsäcke und Griffel, oder durch andere mechanische Einrichtungen Vorkehr gegen Selbstbestäubung und Begünstigung der Fremdbestäubung getroffen.

Zahllose Beispiele dieser Art bieten uns namentlich jene insektenblüthigen Gewächse mit unregelmäßiger Entwicklung und symmetrischer Anordnung der Blüthenblatt-Kreise, wie wir sie bei den Lippenblüthern (Labiaten), bei den Schmetterlingsblüthern (Papilionaceen), bei den Knabenkräutern (Orchideen), bei den Veilchen (Violarieen) und anderen Familien antreffen. Wenn wir bei solchen Pflanzen die Vorgänge der Selbstbestäubung erforschen, so drängt sich unwillkürlich die Schlußfolgerung auf, daß die Gestalt der zygomorphen (unregelmäßig-symmetrischen) Blüthe ein Züchtungsprodukt der Insekten ist. (Vergl. oben Fig. 40 — Salvia, Fig. 45 — Viola, Fig. 56 — Lonicera Periclymenum, Fig. 57 und 58 — das gefleckte Knabenkraut). Denn wir sehen die Blüthe dem sie besuchenden und bestäubenden Insekt so angepaßt, daß das letztere gar nicht anders als auf jene für die Bestäubung günstige Art zum Honigsaft gelangen kann. Ja bei den Veilchen, Lippenblüthern, Papilionaceen und Orchideen bietet die Blume dem heranfliegenden Insekt sogar in den meisten Fällen eine erwünschte und bequeme Haltestelle, von welcher aus das Nahrung suchende Thier am bequemsten zum Nektar gelangen kann, wobei hinwieder für die Pflanze selbst auf diesem Wege die Fremdbestäubung am meisten gesichert wird. Bei vielen Lippenblüthern dient die Unterlippe, bei den Orchideen die Honiglippe (das Labellum), bei den Schmetterlingsblüthern sehr häufig der eine oder der andere Kronflügel oder letztere beiden zusammen genommen als Halteplatz für das honigsaugende Insekt.

Sehr zahlreich sind die Fälle, wo die beiderlei Geschlechtsorgane einer solchen Zwitterblüthe derart angeordnet sind, daß eine Selbstbestäubung geradezu unmöglich ist, indeß Fremdbestäubung sehr leicht stattfindet. Am lehrreichsten erweisen sich in dieser Beziehung die Knabenkräuter (pag. 232 — 240).

Wieder in anderen Fällen wird zuerst die Fremdbestäubung begünstigt und sodann — für den Nothfall — auch noch Selbstbestäubung ermöglicht, indem die offene Blüthe zuerst die empfängnißfähige Narbe und erst hernach die geöffneten Staubbeutel dem honigsuchenden Insekt darbietet, sofern dieses letztere aber ausbleibt, endlich mit dem eigenen Pollen die Narbe belegt. (Vergl. Calceolaria, Fig. 42. pag. 203—205).

In manchen Blumen führen die Staubblätter oder die Griffel oder auch beiderlei Organe zugleich oder nach einander Bewegungen aus, welche ebenfalls die Fremdbestäubung begünstigen. Wir erinnern an die wunderliche Reizbewegung der Sauerdornblüthe und verwandter Pflanzen (Berberis, Fig. 69, Mahonia); ferner an die beim Oeffnen der Blume sich auswärts krümmenden Staubfäden der Türkenbundlilie (Taf. VI) und die heliotropische Krümmung des Griffels in der gleichen Blüthe.

Eine andere Gruppe von Blumen hat sich den sie besuchenden Insekten gegenüber zu einer Art von Klemmfallen umgebildet. So besitzen alle Asclepiadeen (die Zimmer-Wachsblume: Hoya carnosa, gehört hierher) in ihren Blüthen eigenthümliche, feste, hornige Klemmkörper, welche sich an den Rüsseln, Borsten oder Krallen der betreffenden Insekten festklemmen und von diesen, sobald sie sich gefangen fühlen, gewaltsam losgerissen werden. Indem nun an jedem Klemmkörper zwei Pollenplatten befestigt sind, werden mittelst des Klemmkörpers auch diese dem Besucher angeheftet und von demselben in weiter besuchten Blüthen unbewußt und ungewollt in eine Narbenhöhle geschoben, wo sie nun ihrerseits sich festklemmen und von dem abermals gewaltsam sich losreißenden Insekte wieder getrennt, auf der Narbe zurückbleiben und Befruchtung bewirken. In manchen Fällen sind die zufällig in solche Blüthen gerathenden Insekten zu schwach, um sich aus der Klemmfalle losmachen zu können, sie bleiben dann gefangen und sterben auf der verrätherischen Blume.

Wir sind am Schlusse unseres Excurses angekommen. Der freundliche Leser mag selbst beurtheilen, ob es sich der Mühe lohnt, weiter in die Blumen-Geheimnisse einzudringen, als es hier geschehen ist. Wir haben in den vorstehenden Abschnitten über die „Liebe der Blumen" nur einen kleinen Theil dessen besprochen, was bis jetzt auf diesem Felde der Forschung Erfreuliches zu Tage gefördert wurde. Wir hoben nur das Frappanteste und Wissenswertheste heraus und versuchten zu zeigen, auf welchem Wege das Studium der Blumen zu großen Wahrheiten und bewunderungswürdigen Resultaten gelangt ist. Jetzt haben die Pflanzen in einer für uns ganz neuen Sprache zu reden begonnen. Wir zählen nicht mehr bloß die „Staubfäden und Griffel" dieser oder jener Blüthe, wie es die beschreibende Botanik während der letzten 1½ Jahrhunderte gethan, sondern fragen nach den Ursachen von Gestalt und Farbe, Zahl und Anordnung, Wesen nnd Funktion der einzelnen Theile, welche das Ganze der Blume zusammensetzen. Und haben wir die einzelne Blume verstanden, so eröffnet sich auch gleich ein neuer Gesichtspunkt für das Verständniß der Gesammtflora und ihrer Abhängigkeit von der durch sie ernährten Insektenwelt.

Eine ganz neue Disciplin — die Blumen-Physiologie — ist erstanden, sie ist die in Diamanten glänzende Krone der wissenschaftlichen Botanik unserer Tage und wird von nun ab ein Gegenstand eifrigster Pflege von Seiten kommender Generationen sein.

IX.

Auffällige Bewegungs-Erscheinungen im Pflanzenreiche.

Alles was existirt ist in Bewegung.

Pflanzen und Thiere nennen wir lebende Naturkörper, weil hier die Bewegungen mehr oder minder leicht wahrnehmbare, fortdauernde oder periodisch wiederkehrende sind, wobei Wachsen, Blühen und Erzeugen, Schwinden und Auflösen stattfindet, eine Erscheinungsreihe, welche den andern, den sogenannten „leblosen" Naturkörpern, dem Stein, dem Fels, dem Leichnam des Thieres oder der Pflanze abgeht.

Wollten wir alle Körper, die entweder als Ganzes, oder deren Theile in Bewegung sind, lebendig nennen, so fände sich für das forschende Auge des Menschen im ganzen Weltall kein einziger lebloser Gegenstand: Die Himmelskörper sind nicht nur alle unter sich im Weltall auf einer fortwährenden Wanderung begriffen, die meisten von ihnen beweisen uns durch ihr Licht auch die rasche Bewegung ihrer oberflächlich gelegenen Theilchen; denn Licht ist nur Bewegung. Und selbst die nichtleuchtenden Sterne, die sogenannten „abgestorbenen", todten Himmelskörper verharren keineswegs in absoluter Ruhe; sie wandern und verschieben ihre Lage gegen einander und zu den leuchtenden Sternen, während ihre Atome und Moleküle nicht minder in fortwährender Bewegung zu einander stehen, als bei den „lebenden", leuchtenden Himmelskörpern.

Und wenn wir die uns zunächst liegenden Körper des gesammten Naturreiches, die Theile der festen Erdrinde näher untersuchen, so finden wir, daß auch der Fels, der Erdboden, der Schnee und das Eis, das Wasser und die Luft, daß alle mineralischen Körper in fortwährender Bewegung sind. Das Wasser zirkulirt in ununterbrochenem Kreislauf vom Meere aus durch die nimmerruhenden Lüfte zum Land und vom Festland wieder zum Meere; der starre Schnee ist nur eine scheinbar ruhende Uebergangsform vom atmosphärischen Wasser zum stürzenden Bergbach; die starren, anscheinend ruhenden Eismassen der Gletscher wandern stetig und unaufhaltsam thalwärts; Wasser und Luft sind die lebendigsten aller Mineralstoffe. Aber auch der funkensprühende Granit, der Kiesel im Waldbach, der scheinbar ruhende Schlamm des Tümpels, die innersten Grundvesten der Gebirge, wie die eisbepanzerte Erdrinde des höchsten Nordens, Alles ist in Bewegung.

Jede Temperaturschwankung, jede Luftdruckveränderung, jede Modifikation im magnetischen und elektrischen Gleichgewicht, jede Sekunde der Erddrehung, jeder Augenblick im Wandelweg unseres Planeten um die Sonne — bringt in den kleinsten Theilchen der sogenannten todten Erdrinde Bewegungen und Verschiebungen von Atomen und Molekülen hervor.

Die Leiche, — der todte Mensch, die gestorbene Pflanze, das verwesende Thier — sie zeigt Bewegung in den kleinsten Theilchen, nicht minder als die „lebendige", die duftende Blume. Jeder Duft ist ein Beweis statthabender Bewegung. Alle Körper, die sich auf irgend eine Weise unseren Sinnen wahrnehmbar machen, sind in Bewegung. Die Wissenschaft kennt keinen einzigen Gegenstand im Weltall, dem nicht Bewegung zukäme. Einen absoluten Stillstand, eine absolute Ruhe, einen wirklichen Tod gibt es nicht. Wir können uns keinen Körper ohne Kraft, auch keine Kraft ohne Körper denken. Das Wesen der Kraft ist aber gerade die ewige Bewegung und Wandelbarkeit. Wenn aber Kraft und Materie Eins und untrennbar sind, so folgt, daß es überhaupt keinen absolut ruhenden Körper gibt. Was wir todt oder „ruhend" nennen, das bewegt sich nur in einer andern Form des Lebens, als wir dieses bei Pflanzen und Thieren wahrzunehmen gewohnt sind. In Wirklichkeit ist der Tod nur eine Wandlungsform in den Bewegungsvorgängen jener Stofftheilchen, die vorher einen sogenannten „lebenden" Körper ausmachten. Vernichtet wird kein Stoff- und kein Krafttheilchen und Alles ist nur Wandlung, Modifikation, Transmutation.

Was wir Tod, Ruhe, Stillstand nennen, sind nur relative Begriffe.

Wenn ein Körper, mit einem andern Körper verglichen, seine Lage ändert, so nennen wir diesen Vorgang eine Ortsbewegung. Dahin gehört die Bewegung des Wassers, im Sturzfall, das Fliegen, Gehen und Schwimmen der Thiere.

Wenn aber ein Körper, verglichen mit seiner Umgebung, anscheinend als Ganzes in Ruhe beharrt, während im Innern seine Theilchen sich gegen einander verschieben, so nennen wir den letztern Vorgang eine Innenbewegung. Gährender Most, faulende Hefe, verwesende Leichname, erwarmende Flüssigkeiten besitzen eine Innenbewegung.

Genau betrachtet, gibt es keinen Körper, dem nicht beiderlei Bewegungen zukommen. Nichts destoweniger ist uns Allen geläufig, was wir lebendige und was wir leblose Naturkörper zu nennen haben.

Ein Körper, dem die Fähigkeit zukommt, sich aus eigenem Antrieb trotz entgegenwirkender Schwerkraft und anderer physikalischer Hemmnisse von der Stelle zu bewegen, wird von uns gemeinhin „Thier" genannt. Das Thier (und der Mensch) besitzt das Vermögen freiwilliger oder „willkürlicher" Ortsbewegung; in allen seinen Theilen herrscht fortwährend auch Innenbewegung unter gleichzeitiger Abgabe von verbrauchten Stoffen und zeitweiliger Aufnahme neuer Stoffe aus der Außenwelt. Letztere Vorgänge zeigen auch die Pflanzen, denen aber eine willkürliche Ortsbewegung abgesprochen wird. Die Pflanze nimmt Stoffe aus der Umgebung in sich auf und verarbeitet sie zu Theilen ihres eigenen Leibes; indem sie sich ernährt, wächst sie, bildet neue Theile als Ersatz von absterbenden; die Pflanze nimmt als Naturkörper so lange an Ausdehnung und Gliederung ihrer Theile zu, bis sie im Stande ist, Keime zu neuen Individuen zu bilden, sich fortzupflanzen. Ernährung und Fortpflanzung kommen jeder Pflanzenart zu; aber diese vegetativen Prozesse beobachten wir auch beim Thier.

Man hat seit alten Zeiten einen scharfen Unterschied zwischen Thier und Pflanze gesucht und es ist bis zur Stunde nicht gelungen, eine durchschlagende Differenz zu finden. Freilich, ein Kind wird uns auf die angeregte Frage ohne langes Besinnen antworten: „Die Pflanze kann sich nicht bewegen, das Thier dagegen besitzt die Fähigkeit freiwilliger,

willkürlicher Ortsbewegung." Der Gebildete der alten Schule ist geneigt, hinzuzufügen: „Die Pflanze empfindet nicht, während das Thier mit Empfindungsvermögen ausgestattet ist."

In der That hat man Bewegungs- und Empfindungsvermögen lange Zeit als Kennzeichen thierischer Natur, als „animalische" Fähigkeiten aufgeführt. Aber das Kind hat nicht in vollem Umfange Recht: es gibt niedrig organisirte Pflanzen und niedrig organisirte Thiere, die ganz gleichartige Bewegungen ausführen; es gibt Pflanzen mit thierähnlichem Bewegungsvermögen und umgekehrt Thiere, welche wie Pflanzen an feste Unterlagen angewachsen erscheinen und des Vermögens willkürlicher Ortsbewegung entbehren.

Das Bewegungsvermögen ist also kein Kriterium zwischen Pflanze und Thier.

Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Empfindungsvermögen. Schon die Sinnpflanze (Mimosa pudica), die wir in der Folge zunächst besprechen werden, zeigt uns des Deutlichsten, daß hochorganisirte Pflanzen sich auf äußere Reize hin bewegen können, daß sie also empfinden. Ein Gleiches gilt von der Venus-Fliegenfalle (Dionaea muscipula) und von den Sonnenthaupflanzen (Drosera), die wir schon im Kapitel von den fleischfressenden Pflanzen genauer kennen lernten. Und im Reiche der niedrigen Gewächse, deren Lebensvorgänge und Gewohnheiten wir mit Hülfe des Mikroskopes zu erforschen haben, sind die Beispiele von Erscheinungen zahllos, welche alle darauf hindeuten, daß die Pflanzen im Wesentlichen aus gleich empfindlichen Theilen aufgebaut sind, wie die Thiere.

Also auch das Empfindungsvermögen ist Gemeingut der Pflanzen sowohl als der Thiere.

Allerdings existiren graduelle Unterschiede: Das Bewegungs- und Empfindungsvermögen manifestirt sich bei den meisten Thieren in viel auffälligerer Weise als bei den Pflanzen, die ja in ihrer Mehrzahl an den Erdboden festgewachsen, als „träge", als in allen Theilen „unbewegliche", als „ruhende" Naturkörper erscheinen. Der Fachmann erkennt unschwer in allen wachsenden Pflanzentheilen eine kontinuirliche Bewegung; denn im Grunde ist alles Wachsthum nichts Anderes als der Ausdruck von Bewegungsvorgängen. Dem Laien entgehen die letzteren für die direkte Wahrnehmung. Aber es gibt auch eine Menge von Pflanzen und Pflanzentheilen, die außer den langsamen Bewegungen in Folge stetigen Wachsens auch noch andere, recht auffällige Bewegungen zeigen, die leicht, selbst vom Kinde wahrgenommen werden.

Wenn wir im Folgenden versuchen, einige der frappantesten Beispiele letzterer Art in Wort und Bild zu erläutern, so machen wir selbstverständlich keinen Anspruch darauf, hiebei ein vollständiges Bild der nachweisbaren Bewegungen im Pflanzenreiche zu liefern. Wollten wir die ganze Masse des zur Disposition liegenden Materiales zur Sprache bringen, so würden wir den Raum von dicken Bänden beanspruchen müssen. Wir werden uns demnach auf die Besprechung einiger Beispiele aus jeder Hauptkategorie von pflanzlichen Bewegungen beschränken, hoffend, dabei den freundlichen Leser überzeugen zu können, daß zwischen Pflanzen- und Thierreich wohl kein größerer Unterschied besteht, als beispielsweise zwischen unserem eigenen Geschlechte und demjenigen der intelligentesten und höchstdifferenzirten Thiere. Und wenn sich hiebei ergeben sollte, daß wir — je tiefer wir in den Wunderbau der lebendigen Schöpfung forschend einzudringen versuchen — auch mehr und mehr zur Einsicht vom gemeinsamen Ursprung aller Lebewesen gelangen:

so wollen wir diese Einsicht als **Gewinn** erachten und als Gegengewicht zum Verlust einer kindlichen Weltanschauung, welche in ihrer Einfalt zwischen Pflanzenwelt und Thierreich phantastische Abgründe setzte und den Menschen als Herrn der Schöpfung und Halbgott **über** die andere lebende Welt hinaushob, trennend, was zusammengehört, von einander scheidend, was doch der Natur der Sache nach Eins ist.

In der Erkenntniß der Einheit in der Erscheinungswelt gipfelt die natürliche Weltanschauung.

A. Bewegungen von Pflanzen und Pflanzentheilen, welche durch Reize veranlaßt werden.

Einige dieser Beispiele haben wir bereits in den vorstehenden Kapiteln dieses Buches kennen gelernt. Wir werden dieselben nach der Besprechung des berühmtesten Falles dieser Art unten rekapituliren.

1. Die keusche Sinnpflanze (Mimosa pudica L).

Schon seit langer Zeit ist die keusche Mimosa wegen ihrer Empfindlichkeit gegen Berührungen und andere äußere Reize sprichwörtlich; sie wurde von Dichtern besungen und von poetisch angelegten Moral-Philosophen dem weiblichen Geschlechte als unantastbares Muster ausgewähltester Sittenreinheit vorgestellt. Die Mimosen sind wie die ächten Akazien, mit denen zusammen sie eine natürliche Pflanzenfamilie bilden, Kinder des wärmeren Südens, der tropischen und subtropischen Zone. Mimosa pudica stammt aus Südamerika und wird gegenwärtig fast in allen Warmhäusern der botanischen und Zier-Gärten Europa's als Topfpflanze kultivirt. Jenseits der Alpen, im glücklichen Italien, Istrien und Dalmatien, in Griechenland, wie im südlichen Frankreich und in Spanien gedeiht sie während des Sommers auch ohne Pflege im Freien zu üppigster Entfaltung. Versuche, diese wunderliche Pflanze auch in rauheren Gegenden der gemäßigten Zone unter freiem Himmel zur Entwicklung zu bringen, haben auffallender Weise günstigere Resultate ergeben, als die Kulturversuche in trockenen Wohnzimmern. Während des Hochsommers gedeiht sie allerdings auch in gewöhnlicher Zimmerluft und zeigt in dieser Zeit fast dieselbe gesunde Empfindlichkeit, wie unter dem günstigen Einfluß der feucht-warmen Atmosphäre unserer Orchideen-Häuser, was vielleicht die freundliche Leserin veranlassen wird, diese ihre Sitten-Genossin gelegentlich während der Sommerzeit unter ihre spezielle Pflege zu nehmen.

In Töpfen gezogen entwickelt sich die keusche Sinnpflanze zu einem Strauche von 1—1½ Meter Höhe. Der Stamm ist meist verzweigt, mit zahlreichen langen Haaren und sehr weit von einander entfernten Stacheln versehen. Die zierlichen grünen Laubblätter besitzen lange Stiele, die an ihrem untern Ende, wo sie dem Stamm oder Zweig eingefügt sind, ein dick angeschwollenes Gelenk besitzen. Der Haupttheil des Blattes ist doppelt und paarig gefiedert, das heißt vom Hauptstiel aus gehen paarig einander gegenüberstehende sekundäre Blattstiele ab, an denen nun erst die paarig angeordneten Fiederblättchen eingefügt erscheinen. Auch die 2×2 sekundären Blattstiele (Seiten- oder Nebenstiele) besitzen an ihrem untersten, dem Hauptstiel zunächst liegenden Theil je ein angeschwollenes Gelenk. Ebenso besitzt jedes der zahlreichen kleinen Fieder-

blättchen am Grunde, da wo es dem sekundären Blattstiel aufsitzt, ein hellgrünes, knötchenartiges Gelenk.

Diese dreierlei Gelenke: dasjenige an der Basis des Hauptstieles, die Gelenke der sekundären Blattstiele und die Gelenke der einzelnen langgestreckten Fiederblättchen spielen im Leben und in den Gewohnheiten der keuschen Sinnpflanze eine Hauptrolle, sie sind nämlich reizbar. Ihre saftigen Gewebe erleiden durch äußere Einflüsse vorübergehende, meistens sehr rasch eintretende Veränderungen derart, daß sich bald die Ober- bald die Unterseite der Gelenke zusammenzieht oder ausdehnt, ja nach der Art des Reizes, der auf das Blatt einwirkt. Durch diese Zusammenziehungen u. Ausdehnungen der verschieden situirten Gewebe in den Gelenken werden die sämmtlichen Theile, aus denen das Blatt zusammengesetzt ist, zu eigenthümlichen Bewegungen veranlaßt.

Am auffälligsten erscheinen diese Bewegungen, wenn die



Fig. 87. Die keusche Sinnpflanze (Mimosa pudica L.) in ungereiztem Zustande während des Tages. B', B'', B''' — Die doppelt gefiederten, normal ausgebreiteten Laubblätter. if, if — verblühte Inflorescenzen. fk — Köpfchenförmige Blüthenstände im Knospenzustand. a — Zwei Fiederblättchen in ungereiztem Zustande von Oben gesehen. b — Dieselben in gereiztem Zustand von der Seite gesehen. Nach der Natur gezeichnet 21. Septbr. 1882.

ganze, längere Zeit unberührt gebliebene Pflanze an einem warmen Sommertag plötzlich von einer jähen Erschütterung überrascht wird. Ein unvermittelt über die Pflanze herfallender Windstoß; ein Grobian, der unversehens an den Blumentisch stößt und die ganze Pflanze in's Schwanken bringt; ein bei Windstille eintretender Platzregen, dessen Tropfen rasch nach einander bald da, bald dort auf das Blatt aufschlagen; ein kräftiger Donnerschlag aus windstiller Atmosphäre, ein auf dem benachbarten Straßenpflaster daherrollender Lastwagen, das plötzlich vorübereilende Pferdegetrappel und hunderterlei andere Zufälle, mit denen eine Erschütterung der ganzen Pflanze verbunden ist, veranlassen die vorher flach ausgebreiteten Blätter zu rasch eintretenden Reizbewegungen: zunächst bewegen sich die im ungereizten Zustande horizontal ausgebreiteten und senkrecht von den sekundären Blattstielen abstehenden Fiederblättchen schief nach vorn und oben, so daß je zwei einander gegenüberstehende Blättchen über dem sekundären Blattstiel dicht zusammenklappen. Die sämmtlichen Blättchen derselben Blattfieder bilden zwei Reihen dachziegelig über einander greifender, schief nach Außen gerichteter und den sekundären Stiel total bedeckender Fiederchen, wie wir dies in Figur 88 dargestellt haben. Gleichzeitig bewegen sich auch die sekundären Blattstiele um ihre Gelenke derart, daß die vorher (wie gespreizte Finger) weit auseinander klaffenden 2×2 Fiedern sich nach Vorn nähern und endlich in der Richtungsebene des Hauptstieles sich berühren, wie die parallel an einander gelegten Finger einer hohlen Hand. Aber auch das Gelenk an der Basis des Hauptstieles tritt in Funktion: Das ganze Blatt, dessen Hauptstiel im ungereizten Zustand schief nach Oben strebte (Fig. 87), senkt sich abwärts und beschreibt (in der Richtung der Pfeile bei Fig. 88) mit seinem sich um das Basilar-Gelenk drehenden Hauptstiel einen beträchtlich großen Winkel.

Dieselbe Erscheinung zeigen alle gesunden ausgewachsenen Blätter der ganzen Pflanze nach erfolgter Erschütterung: im Verlaufe von 3—5 Sekunden nimmt die Pflanze einen ganz fremdartigen Habitus an, wie aus der Vergleichung der Fig. 87 und 88 ersichtlich ist. Es ist, als ob die erschreckte Pflanze wie das Segelschiff beim Sturm ihre Fittige einzöge, um den feindlichen Einflüssen möglichst wenig Angriffspunkte darzubieten. Die Sinnpflanze verbirgt in dieser Reizstellung ihre Schönheiten; von der Zierlichkeit ihrer vorher berückend schönen Blätter ist nun für einige Zeit kaum mehr eine Spur zu sehen (vergl. Fig. 88).

Ueberläßt man nun die Pflanze, gegen alle weiteren Reize von Außen geschützt, längere Zeit sich selbst und dem ruhigen Einflusse des Tageslichtes, so beginnt sie schon in wenigen Minuten, ihre Blätter nach und nach wieder zu entfalten, die Fiederblättchen entfernen sich zusehends von einander; die sekundären Blattstiele kehren langsam wieder in ihre Lage zurück und der Hauptstiel erhebt sich wieder allmälig in seine frühere, schief nach Oben strebende Richtung. Die ganze Pflanze nimmt den in Fig. 87 dargestellten Habitus wieder an und erscheint dann neuerdings reizbar.

Aber nicht nur heftige Erschütterungen, sondern auch leichte Berührungen dieses oder jenes Blatttheiles veranlassen den Eintritt von Reizbewegung. Berühren wir mit den Spitzen der zangenartig geöffneten Daumen- und Zeigefinger die obersten, äußersten zwei einander gegenüber gestellten Blättchen irgend einer der vier ausgespreizten Fiedern nur leise, so bewegen sich diese zwei Blättchen allein und klappen in oben beschriebener Weise nach Vorn und Oben zusammen. Berühren wir in ähnlicher Weise die nächstfolgenden zwei opponirten Blättchen derselben Fieder, so klappen auch diese in gleicher

Weise zusammen, während alle übrigen Blättchen in normaler Lage verharren. Gehen wir zum dritten Blättchenpaar über, so können wir auch dieses allein zur Reizbewegung veranlassen und so fort das vierte, fünfte, sechste und alle folgenden Blättchenpaare. Da jede Fieder an ihrem 4—5 Centimeter langen (sekundären Blatt-) Stiele 15 bis 25 Blättchenpaare, das ganze Blatt folglich 60—100 Paare von opponirten Fiederblättchen besitzt, so können wir an einem und demselben Blatt bei sorgfältiger Manipulation 60—100 Einzelbewegungen der Reihe nach vor sich gehen machen. Ja, es gelingt sogar mit großer Vorsicht, die 120 bis 200 Einzelblättchen jedes für sich isolirt zur Bewegung zu veranlassen, wenn wir beispielsweise mit einer Bleistiftspitze die einzelnen Fiederblättchen am Rande streifen und sie aus ihrer normalen Lage zu drängen versuchen.

Packen wir die Sache etwas ungeschickt an und erschüttern wir die obersten oder äußersten Blättchen bei unserem Versuche etwas zu stark, so klappen nicht blos die berührten Blättchen, sondern der Reihe nach auch die nächstfolgenden Paare zusammen, die Bewegung pflanzt sich fort, ähnlich wie das Drehen der Köpfe beim Abzählen und Nummeriren von in Reih und Glied stehenden Soldaten.

Man kann auch bei sorgfältiger Manipulation mitten in einer Blättchenreihe ein einzelnes Paar zur Bewegung veranlassen, wie dies bei s am Blatte B‴ Fig. 87 geschehen ist.

Weiterhin läßt sich auch die Reizbewegung bloß am Haupt-Blattstiel hervorbringen, wenn wir vorsichtig bloß die Unterseite des Gelenkpolsters an der Basis des Hauptstieles durch Berührung „kitzeln", wobei sich jener sanft abwärts bewegt,

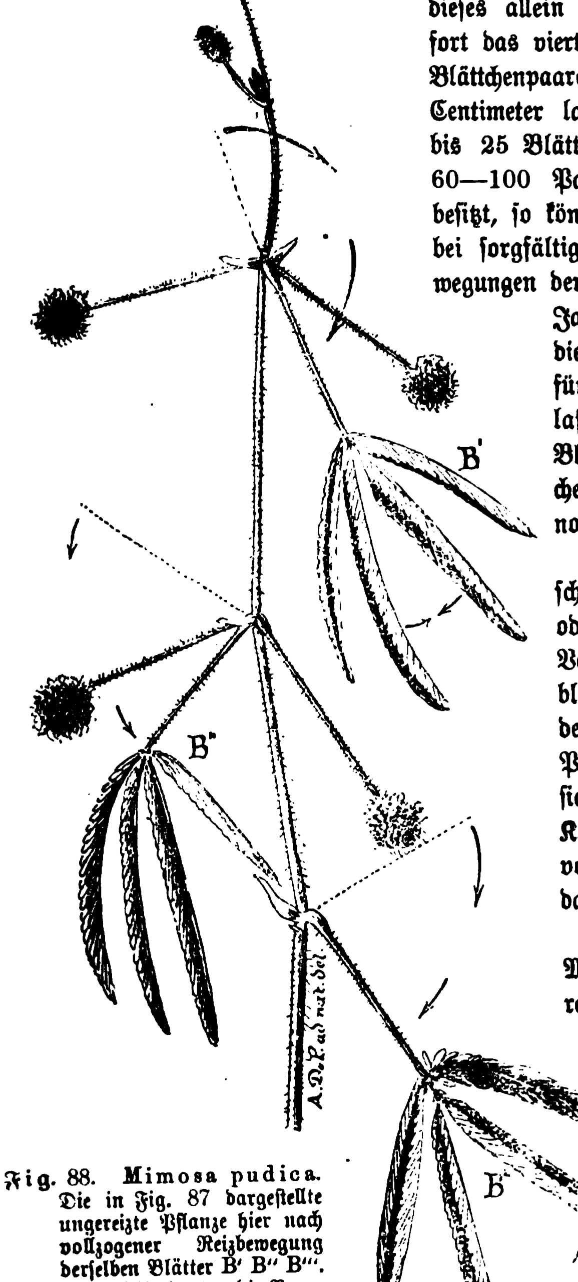


Fig. 88. Mimosa pudica. Die in Fig. 87 dargestellte ungereizte Pflanze hier nach vollzogener Reizbewegung derselben Blätter B′ B″ B‴. Die Pfeile deuten die Bewegungsrichtungen an, in denen sich primäre u. sekund. Blattstiele aus ihrer normalen Lage in Folge einer starken Erschütterung der ganzen Pflanze entfernt haben. Nach der Natur gezeichnet 21. Sept. 1882.

ohne daß die sekundären Stiele und die Fiederblättchen in Bewegung gerathen. — Der aufmerksame Beobachter sieht also, daß mit dieser Pflanze die mannigfaltigsten Experimente vorgenommen werden können. Ein Mehreres berichtet Sachs: „Bei hoher Temperatur und großer Luftfeuchtigkeit (in Warmhäusern), also bei starker Turgescenz, ist die Reizbarkeit sehr gesteigert und jeder lokale Reiz zieht auch Reizbewegung in benachbarten Organen, oft selbst in allen Blättern einer Pflanze nach sich, eine Erscheinung, die man als Fortpflanzung des Reizes bezeichnet hat. Wird zum Beispiel eines der vordersten Blättchen mit einer Scheere abgeschnitten oder sein Bewegungsorgan berührt, oder wird es dem Focus einer Brennlinse ausgesetzt, so nimmt es die Reizstellung an; dann folgen paarweise die nächstunteren und so fort immer entferntere Blättchen; nach kurzer Zeit beginnt das Zusammenlegen der Blättchen eines benachbarten sekundären Stieles von Unten nach Oben, dann ebenso bei den andern sekundären Stielen, endlich, oft erst nach längerer Zeit, schlägt sich der Hauptstiel abwärts; dasselbe geschieht später mit dem Hauptstiel eines nächstunteren Blattes, wohl auch eines nächsthöheren; die sekundären Stiele und die Blättchen derselben nehmen nun ebenfalls Reizstellung an. So können im Lauf einiger Minuten alle Blätter in Bewegung gerathen; zuweilen werden dabei auch einzelne Organe übersprungen, die erst nachträglich sich bewegen."

Durch einfache Operationen kann man sich auch leicht überzeugen, daß die Gewebe der Gelenk**unterseite** an den Blattstielen es sind, welche reizbar, während die Gewebe der Gelenk**oberseite** nur als Hilfsorgane bei der Bewegung mitwirken.

Der Pflanzen-Physiologe Pfeffer hat auch in Uebereinstimmung mit Dutrochet und Sachs nachgewiesen, daß die Fortbewegung des Reizes bei Mimosa pudica durch die Gefäßbündel, welche den Hauptstiel und die sekundären Blattstiele bis hinauf zu den kleinen Fiederblättchen durchziehen, vermittelt wird.

Sehr interessant ist die von Desfontaines konstatirte Thatsache, daß die keusche Sinnpflanze bei lange andauernden Erschütterungen scheinbar stumpfsinnig wird und auf die rasch wiederholten Reize längere Zeit nicht mehr reagirt. Der genannte Forscher führte eine Sinnpflanze im Wagen über holperige Straßen spazieren. Bei den ersten Erschütterungen nahm Mimosa die bekannte Reizstellung an. Da aber der Wagen längere Zeit am hellen Tage weiter fuhr, zeigte sich zu Desfontaines' großer Ueberraschung, daß die Blätter nach und nach trotz der fortdauernden Erschütterungen in ihre normale Lage, in die Stellung des ungereizten Blattes zurückkehrten. Er ließ den Wagen anhalten: die Pflanze verblieb in ungereizter Stellung trotz der ergangenen Prüfung. Als er aber nach einiger Zeit den Wagen wieder in Bewegung setzen ließ, zeigte die Sinnpflanze neuerdings Reizbewegung; doch erholte sie sich abermals wie beim ersten Theil der Spazierfahrt, sie wurde wieder stumpfsinnig, bis ihr Herr sie abermals ruhen ließ, worauf sie ihre Reizbarkeit wieder erlangte. Es ist schon oben bemerkt worden, daß die Fiederblättchen von Mimosa pudica gegen das durch ein Brennglas koncentrirte Sonnenlicht sich reizbar zeigen. Allein schon der gewöhnliche Sonnenschein vermag eine Reizbewegung hervorzurufen. Wenn eine gesunde, in warmer Atmosphäre stehende, lange Zeit nur diffusem Tageslicht ausgesetzte Sinnpflanze, deren Blätter normal (wie in Fig. 87) ausgebreitet erscheinen, plötzlich an direktes Sonnenlicht gestellt wird, so beobachtete man oft ein plötzliches Schließen der Fiederblättchen.

Andererseits verlieren die Blätter der Sinnpflanze ihr Bewegungsvermögen, wenn die Pflanze längere Zeit, z. B. etliche Tage lang im Dunkeln oder auch nur in mangel-

hafter Beleuchtung gehalten wird. Es tritt ein Zustand ein, den die Physiologen Dunkelstarre genannt haben. Die Blattstiele und Fiederblättchen sind dann gegen Berührung und Stöße nicht mehr reizbar. Die Bewegungsfähigkeit kehrt erst dann wieder, wenn die Pflanze nachher längere Zeit der normalen Tagesbeleuchtung ausgesetzt wird.

In der Dunkelstarre sind die Blätter normal ausgebreitet, wie bei Tage im Zustande der Reizbarkeit. Aehnlich verhält es sich mit älteren, allmälig absterbenden Blättern, wo das eine und das andere Fiederblättchen nach und nach gelb wird, um schließlich abzufallen. An solchen Blättern sind selbst die noch lebhaft grün gefärbten Theile unempfindlich geworden gegen äußere Reize. Man könnte diesen Zustand, welcher dem Tode des Blattes vorausgeht — Altersstarre nennen.

Auch lebensfrische reizbare Blätter werden starr, wenn sie einer zu hohen oder einer zu tiefen Temperatur ausgesetzt werden; im einen Falle tritt Wärmestarre, im andern Fall Kältestarre ein. Mimosa pudica wird unempfindlich, kältestarr, wenn die Temperatur unter 15° Celsius sinkt, während die Wärmestarre bei 40° Celsius im Laufe einer Stunde, bei 45° Celsius schon in einer halben Stunde eintritt.

Mangelhafte Begießung, also ungenügende Wasserzufuhr veranlaßt ebenfalls Reizlosigkeit und zwar schon lange, bevor ein Welken wahrgenommen wird.

Auch chemische Einflüsse heben die Reizbarkeit auf; Aether- und Chloroform-Dämpfe sistiren das Bewegungsvermögen der keuschen Sinnpflanze.

Elektrische Ströme veranlassen dagegen Reizbewegung; indeß scheint hiebei die Wirkung der Induktionsströme mehr eine mechanische zu sein, da konstante galvanische Ströme auf die reizbaren Organe keinen Einfluß ausüben, während starke Induktionsschläge den Tod herbeiführen.

2. Die Reizbewegungen der Venus-Fliegenfalle (Dionaea muscipula).

Die Venus-Fliegenfalle, Dionaea muscipula, ist wegen ihrer excessiven Reizbarkeit schon längst ebenso berühmt, als die keusche Sinnpflanze. In neuerer Zeit ist jene aber noch ganz besonders wegen ihrer insektenfressenden Gewohnheiten vielfach in Untersuchungen gezogen und lebhaft erörtert worden, wie wir schon oben, im Kapitel über die fleischfressenden Pflanzen (pag. 60 bis 69) gezeigt haben.

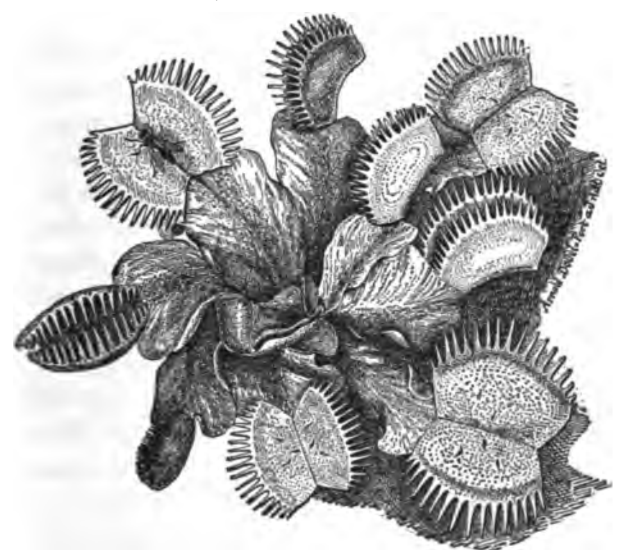


Fig. 89. Die Venus-Fliegenfalle mit 4 vollständig ausgebreiteten, reizbaren Blättern und mehreren in Folge Reizens ganz oder halb geschlossenen Blattflächen. Nach der Natur gez.

Es wäre unnütz, hier abermals näher auf jene interessante reizbare Pflanze einzutreten; wir können hier ganz wohl auf den angeführten Abschnitt unseres Buches verweisen, wo der Mechanismus der Reizbewegung einläßlich besprochen ist.

Wir haben hier blos hinzuzufügen, daß dort, bei Dionaea muscipula der Nutzen jener wunderbaren Reizbewegung sofort in die Augen springt, während bis zur Stunde die Reizbewegungen der keuschen Sinnpflanze nach ihren biologischen Ursachen noch unerklärt sind.

3. Die Reizbewegungen der Sonnenthau-Pflanzen (Drosera) und von den Fettkraut-Arten (Pinguicula)

fanden im gleichen Kapitel von den fleischfressenden Pflanzen auf pag. 72—108 eine hinreichende Erörterung. Wir verweisen auf die dortigen Ausführungen und nennen als weiteres Beispiel reizbarer Pflanzen:

4. Der gemeine Sauerklee (Oxalis acetosella).

Die Gattung Oxalis ist sehr artenreich. In den Wäldern Europas, Mittelasiens und Nordamerikas findet sich eine der zierlichsten Formen dieser Gattung: der gemeine Sauerklee (O. acetosella L.), den wir in vegetativem Zustand in Fig. 90 dargestellt haben. Der kriechende Wurzelstock ist knotig verdickt und trägt an seinem vordersten Knoten etliche langgestielte Blätter, deren jedes aus drei verkehrtherzförmigen, durchaus symmetrischen und unter sich gleichen Blättchen zusammengesetzt ist. Letztere sind auf der Unterseite oft roth angelaufen, auf der Oberseite bläulich-grün und mit zarten Haaren besetzt. Bekanntlich schmecken die zarten grünen Blätter angenehm sauer.

Aehnlich wie bei der keuschen Sinnpflanze sind auch beim Sauerklee die einzelnen Blättchen an ihrer Basis mit einem reizbaren Gelenkpolster versehen. Werden die letzteren durch wiederholte Berührungen oder kräftige Erschütterungen gereizt, so senken sich die drei vorher in einer horizontalen Ebene ausgebreiteten Blättchen innerhalb 1—3 Minuten abwärts und beschreibt jedes derselben einen Winkel von 90° derart, daß sie nach vollendeter Reizbewegung dem gemeinsamen Blattstiel dicht anliegen, ungefähr so, wie dies in Fig. 90 bei den drei links stehenden Blättchen zu sehen ist.

Bekanntlich wächst der Sauerklee ausschließlich an schattigen Orten; seine Blätter sind nur bei diffusem Tageslicht flach ausgebreitet. Fällt plötzlich direktes Sonnenlicht auf dieselben, so vollziehen die Gelenke eine ganz ähnliche Bewegung, wie wenn sie mechanisch gereizt werden.

Aehnlich wie der gemeine Sauerklee verhalten sich viele Schwesterarten derselben Pflanzengattung, so z. B. der aufrechte Sauerklee (in Europa mancherorts als Unkraut auf Kulturland eingebürgert — Oxalis stricta), der in fast allen wärmeren Gegenden der Erde verbreitete gehörnte Sauerklee (O. corniculata), ferner Oxalis purpurea, O. carnosa, O. Deppei und ganz besonders der reizbare Sauerkleee (O. sensitiva).

Es ist wahrscheinlich, daß sich bei genauer Untersuchung alle Pflanzen mit zusammengesetzten Blättern, die durch dicke Gelenkpolster artikulirt erscheinen, als reizbar erweisen. Nur bedarf es bei den einen Pflanzen nur schwacher, bei andern Pflanzen dagegen kräftiger und wiederholter mechanischer Reize, ehe die entsprechenden Bewegungen wahrgenommen werden. So sind z. B. ähnliche Reizbewegungen wie bei Mimosa pudica und bei Oxalis nicht allein bei vielen andern Mimosa-Arten (M. sensitiva, prostrata, viva, asperata, quadrivalvis, dormiens, pernambuca, humilis), sondern auch bei Akazien und Robinien, z. B. bei Acacia lophanta, die als zierliche Zimmerpflanze bei uns sehr beliebt ist, bei unserer gemeinen Robinie (Robinia pseud-Acacia), sowie bei

der in unsern Anlagen und Ziergärten als großer Baum weit verbreiteten Gleditschia triacantha beobachtet worden.

5. Reizbewegungen der Staubfäden bei der Kornblume und ihren Verwandten.

Bei vielen Korbblüthlern sind die freien Theile der Staubfäden gegen Berührung oder Erschütterung derart reizbar, daß sie sich verkürzen und hiebei die an den obern Enden der Filamente befestigte Staubbeutelröhre längs des Griffels herunterziehen und dabei die Entleerung des Blüthenstaubes aus der obern Oeffnung der Staubbeutelröhre veranlassen. Wir haben das auffallendste Beispiel dieser Art in Fig. 64 und textuell auf pag. 255—256 erläutert und bitten, die dortigen Ausführungen anstatt einer Wiederholung an dieser Stelle nachzulesen. Solche reizbare Filamente besitzen die verschiedenen Arten von Flockenblumen (Centaurea), eine Menge von Disteln und die Artischoken, sowie andere Repräsentanten der Cynareen. Wir haben an genannter Stelle im Kapitel von der „Liebe der Blumen" den Nutzen dieser Reizbewegungen klargemacht: er besteht, wie nachgewiesen wurde, in einer fast wunderbar zu nennenden Begünstigung der Fremdbestäubung durch Insekten.

6. Reizbewegungen der Staubfäden beim Sauerdorn und seinen Verwandten.

Diese Kategorie von Reizbewegungen wurde auf pag. 272 ff. und in Fig. 69 illustrirt. Auch bei diesen Berberideen (Berberis und Mahonia) dienen die wunderlichen Reizbewegungen der Staubfäden zur Begünstigung der Fremdbestäubung durch Insekten, wie an genannter Stelle gezeigt worden ist.

7. Reizbewegungen der weiblichen Empfängnißorgane in den Blumen

von Mimulus und manchen andern Repräsentanten aus der Familie der Scrophularieen, sowie der Narben von Bignoniaceen und einiger anderer Pflanzen sind gelegentlich beobachtet worden, bedürfen aber noch weiterer Untersuchungen.

8. Die Krümmungen von jungen Wurzeltheilen und Ranken,

welche in Folge von Berührungen eintreten, und zweifellos durch Wachsthum zu Stande kommen, können hier aus Mangel an Raum nicht zur Sprache gebracht werden. Es sind diese Reizbewegungen ohne Apparate und genaue Beobachtungsmethode auch nicht direkt wahrzunehmen, weßhalb sie dem Laien meistens entgehen und darum eigentlich nicht zu den „auffälligen" Bewegungserscheinungen zu rechnen sind.

B. Bewegungen von Pflanzentheilen, welche auf den Wechsel von Tag und Nacht zurückzuführen sind: Wachen und Schlafen der Pflanzen.

Zu den anmuthigsten physiologischen Erscheinungen des Pflanzenreiches gehören die Bewegungen der Laubblätter, welche von Licht und Dunkelheit, von Tag und Nacht abhängig sind. Das Kind in der Wiege schläft mit geschlossenen Augenlidern und sein Anblick ergreift den verstocktesten Sünder. Der Löwe schläft mit gesenktem Kopf, die Vögel schlafen mit geschlossenen Flügeln: alle Thiere nehmen beim Schlaf eine Stellung an, bei welchen sie feindlichen Angriffen gegenüber eine möglichst geringe Angriffsfläche

darbieten. Das Bild des Schlafenden ist daher ein wesentlich Anderes, als der Anblick des Wachenden.

Aehnlich bei vielen Pflanzen. — Der Schlaf kommt nicht allein dem Menschen und den Thieren zu, auch die Pflanzenwelt genießt seiner Wohlthat. Aber nicht alle Pflanzen nehmen eine besondere, den Schlaf kennzeichnende Attitude an.

Ehe wir an die Besprechung einiger Beispiele herantreten, geben wir hier erst eine Liste derjenigen Pflanzengattungen, in welchen Repräsentanten mit charakteristischen Schlafgewohnheiten vorkommen. In manchen dieser Gattungen sind mehrere oder gar viele Arten zu treffen, welche habituell Schlafstellungen zeigen, so z. B. in der Gattung Acacia, Mimosa, Oxalis (Sauerklee), Trifolium (Klee), und Phaseolus (Bohne).

Außer in genannten Genera wurden schlafende Blätter beobachtet bei:

Githago (Kornraden), Stellaria (Sternmieren), Portulaca, Sida, Abutilon, Malva (Eibisch-Gewächse), Hibiscus, Anoda, Gossypium (Baumwollsträucher), Ayenia, Triumfetta, Linum (Lein), Averrhoa, Porlieria, Guiacum, Impatiens (Balsaminen), Tropaeolum (Kapuziner-Kressen), Crotolaria, Lupinus (Wolfsbohnen), Cytisus (Geißklee), Trigonella (Bocksklee), Medicago (Schneckenklee), Melilotus (Honigklee), Securigera, Lotus (Hornklee), Psoralea, Amorpha, Daelea, Indigofera (Indigo-Pflanzen), Tephrosia, Wistaria, Robinia, Sphaerophysa, Colutea (Blasensträucher), Astragalus (Traganth), Glycyrrhiza (Süßwurz), Coronilla (Kronenwicken), Hedysarum (Süßklee), Onobrychis (Esparsetten), Smithia, Arachis, Desmodium (Wunderklee), Urania, Vicia (Wicken), Centrosema, Amphicarpaea, Glycine, Erythrina, Apios, Sophora, Caesalpinia, Haematoxylon, Gleditschia, Poinciana, Cassia, Bauhinia, Tamarindus, Adenanthera, Prosopis, Neptunia, Schrankia, Albizzia, Melaleuca, Oenothera (Nachtkerzen), Passiflora (Passionsblumen), Siegesbeckia, Ipomoea, Nicotiana (Tabakpflanzen), Mirabilis (Wunderblume), Polygonum (Knöteriche), Amaranthus (Fuchsschwänze), Chenopodium (Gänsefuß), Pimelia, Euphorbia (Wolfsmilch-Gewächse), Phylanthus, Abies, Thalia, Maranta, Colocasia, Strephium und Marsilea (Kleefarne).

Die in dieser, einem Darwin'schen Werke entnommenen Liste gesperrt gedruckten Gattungen sind wohl den meisten unserer Leser durch einheimische wildwachsende Repräsentanten oder auch als Zier- und Gewächshauspflanzen bekannt.

1. Der schlafende Sauerklee unserer Wälder.
(Oxalis acetosella).

Wir haben diese schöne Pflanze bereits oben unter Nr. 4 der Beispiele von Gewächsen mit Reizbewegungen kennen gelernt. Die nebenstehende Figur zeigt uns den gemeinen Sauerklee in schlafender Blattstellung; nur das eine, nach Rechts abstehende Blatt wurde in Tagstellung gezeichnet.

Wie bei den meisten andern Arten der Gattung Oxalis sind die dreizähligen Blätter bei Tag in normaler Stellung flach ausgebreitet (vergl. das rechts stehende Blatt in Fig. 90). Bei tiefer Beschattung, z. B. bei dunkelbewölktem Gewitterhimmel des Tags und bei einbrechender Nacht senken sich die verkehrt herzförmigen Blättchen senkrecht abwärts. Nun sind aber die Stielchen der Blättchen auf ein kurzes Gelenk reducirt, was den drei Spreiten nicht gestatten würde, sich in die senkrechte Stellung zu begeben, wenn



Fig. 90. Der gemeine Sauerklee in schlafender Blattstellung.

nicht eine Faltung der breiten Lamina eintreten würde. Die Verschmälerung der sich senkenden Blättchen erfolgt also derart, daß letztere sich über ihrer Mittelrippe mehr oder weniger stark falten; die vorher flach ausgebreiteten Hälften des Einzelblättchens bilden dann einen Ebenenwinkel von 92 bis 150°, welcher Winkel bei den drei Blättchen desselben Blattes keineswegs immer gleich groß erscheint. Bei dieser Senkung und gleichzeitigen Zusammenfaltung der Blättchen gelangen die Unterseiten ihrer Mittelrippen dicht an den gemeinsamen Hauptstiel, während sich die einander zugekehrten Spreitenhälften je zweier benachbarter Blättchen mit ihrer Unterseite beinahe oder ganz berühren. Dadurch erhält das schlafende Blatt als Ganzes ein sehr fremdartiges Aussehen. Von Oben gesehen erscheint ein erst halbwegs schlafendes Blatt von der Form jener längst aus der Mode gekommenen alten „Dreimaster", wie sie im vorigen Jahrhundert bei Bauer und Edelmann weit herum in Europa getragen wurden.

Bei beginnendem Tage erwachen auch die Sauerklee-Blätter wieder; die drei Blättchen erheben sich nach und nach, bis sie bei vollem Tageslicht wieder flach ausgebreitet erscheinen. Während des Tages verharren sie aber keineswegs immer in derselben Lage, im Gegentheil wurden von Sachs, Pfeffer und Darwin schwächere Hebungen und Senkungen der Blättchen beobachtet, welche als autonome, nicht vom Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit abhängende Bewegungen zu betrachten sind.

2. Die schlafende Sinnpflanze (Mimosa pudica).

Wir haben in Fig. 87 die Sinnpflanze im wachenden Zustande, während Fig. 88 dieselbe Pflanze in gereizter Attitüde zeigt. Die Reizstellung ist eine ganz ähnliche, wie die Schlafstellung. Letztere tritt unter normalen Lebensbedingungen jeden Abend ein und vollzieht sich langsam unter ähnlichen Bewegungserscheinungen wie die oben beschriebene Reizbewegung. Auch eine intensive Beschattung bei Tage, z. B. bei rasch wechselnder heller und wieder sehr dunkler Bewölkung vollziehen sich mehr oder weniger vollkommen die Schlafbewegungen. Mimosa pudica erweist sich gegen Lichtwechsel sehr empfindlich. Pfeffer, dem wir die beste Arbeit über die periodischen Bewegungen der Blattorgane verdanken, beschreibt die Vorgänge beim Eintritt des Schlafes von Mimosa pudica folgendermaßen: Der primäre Blattstiel (Hauptstiel) senkt sich in den Abendstunden

ziemlich schnell, erreicht im Allgemeinen zwischen 6 und 9 Uhr seine tiefste Stellung (im Juli und August), um sich dann bis Morgens 3 oder 5 Uhr zu erheben. Dann, mit Beginn des Tages, senkt sich der Blattstiel wieder ansehnlich bis 8 oder 11 Uhr, hält sich in den nächsten Stunden, unter Ausführung von Bewegungen geringerer Amplitüde, in einer mittleren Stellung, um gewöhnlich zwischen 2 und 4 Uhr die schon erwähnte abendliche Senkung zu beginnen. — Die in 1 bis 3 Paaren vorhandenen, sekundären Blattstiele stehen während des Tages mehr oder weniger senkrecht auf dem primären Blattstiel, oder bilden mit diesem (resp. dessen Verlängerung) einen spitzen Winkel, der sich bei der abendlichen Bewegung allmälig verkleinert, so daß die Blattstiele endlich unter sich parallel werden und die gerade Fortsetzung des primären Blattstieles bilden (vergl. in Fig. 87 und 88 die Blätter B′ B″ B‴). Diese Bewegung (durch die Richtung der kleinen Pfeile bei B′ und B‴ in Fig. 88 angedeutet) fällt der Zeit nach mit der Senkung des primären Blattstieles zusammen, welch' letztere Senkung eine Folge der Stellungsänderung der sekundären Blattstiele ist. An nicht zu alten Blättern sind die sekundären Blattstiele etwa zwischen 7 und 9 Uhr Abends parallel gestellt und beginnen zwischen 12 und 3 Uhr Nachts sich wieder auseinander zu bewegen (in umgekehrter Richtung der kleinen Pfeile bei B′ und B‴ Fig. 88). Aeltere Blätter bringen es übrigens überhaupt nicht mehr zur parallelen Stellung der Blattstiele. Die Blättchen endlich sind bekanntlich bei Tag horizontal ausgebreitet (Fig. 87) und gegen den sekundären Blattstiel mehr oder weniger senkrecht gestellt. Des Abends legen sie sich aufwärts zusammen und bilden mit dem sekundären Blattstiel einen nach Vorn geöffneten spitzen Winkel (vergl. a und b in Fig. 87, wo a zwei Fiederblättchen in Tagstellung von oben gesehen, b dagegen bei Nachtstellung von der Seite gesehen veranschaulichet).

3. Die schlafende Acacia lophanta.

Viele unserer Leserinnen kennen diese sehr beliebte Acacia, die als einer der zierlichsten Sträucher in unseren Salons selten auf einem gut besetzten Blumentisch fehlt. Bekanntlich gehören die ächten Akazien den tropischen und subtropischen Gegenden der Erde an. Afrika besitzt mehrere Arten, von denen einige das Gummi arabicum liefern, während Europa keine einzige einheimische Art aufweist. Allerdings gedeiht im mittleren Italien die aus dem Orient stammende Acacia Julibrissin im Freien, aber weiter hinauf kennt man die Akazien, welche mit den Robinien nicht verwechselt werden dürfen, nur als Gewächshaus- und Zimmerpflanzen. Als solche werden sie hauptsächlich wegen des wunderbar schönen Blattes kultivirt. In der That besitzen die Akazien unter den Zierpflanzen wohl die elegantesten Blätter, die im Wesentlichen mit denjenigen der keuschen Sinnpflanze übereinstimmen, diese aber an Größe und Zahl der einzelnen Theile übertreffen.

Acacia lophanta hat doppelt gefiederte Blätter. Der primäre (Haupt-) Stiel trägt 4—10 oder noch mehr Paare sekundärer Blattstiele; jeder dieser letztern ist von 12—30 Paaren schmaler Fiederblättchen besetzt. Hauptstiel, sekundäre Stiele und Fiederblättchen sind wie bei Mimosa pudica mit Gelenken versehen, um welche sich die betreffenden Organe bewegen können.

Die Blätter stehen abwechselnd an den Zweigen der strauchartigen Pflanze und sind bei Tag in ganz gleicher Weise flach ausgebreitet, wie bei der keuschen Sinnpflanze. Wir haben in Fig. 91 das obere Ende eines Zweiges mit zwei (kleinen, aber wohlentwickelten) [Blä]ttern A und B dargestellt. Das Blatt A wurde, schief von Oben und von der

Richtung des auffallenden Lichtes gesehen, bei Tag gezeichnet, während das Blatt B am Beginn der hereingebrochenen Nacht, bei nicht ganz vollkommener Schlafstellung skizzirt wurde.



Fig. 91. Acacia lophanta. A — Ein Blatt im wachenden Zustand, schief von Oben und von der Richtung des einfallenden Lichtes gesehen. B. Ein Blatt, das noch nicht völlig die Schlafstellung erreicht hat, kurz nach Sonnenuntergang. st, st — Stengel-Internodien. st' — Das jüngste derselben. Nach der Natur gezeichnet Mitte Septbr. 1882.

Die Bewegungen beim Uebergang von der Tag- zur Nachtstellung sind bei Acacia lophanta im Wesentlichen so mit denjenigen der Sinnpflanze übereinstimmend, daß wir auf eine Beschreibung derselben verzichten können. Wir haben diese Pflanze hier einzig zu dem Zwecke illustrirt, um unseren pflanzenfreundlichen Lesern zu zeigen, wie man auch ohne die zärtliche Mimosa pudica sich durch eigene Beobachtungen an einer minder schwierig zu kultivirenden Zimmerpflanze über die Erscheinungen des Wachens und Schlafens instruiren kann.

Daß diese Bewegungserscheinungen zwischen Tag- und Nachtstellung wirklich von der wechselnden Beleuchtung abhängen, zeigt die Thatsache, daß Akazien und Mimosen ꝛc. keine Nachtstellung mehr einnehmen, wenn sie konstant beleuchtet werden. In Alten (nördliches Norwegen) unter dem 70. Breitegrad, wo die Sonne im Hochsommer

wochenlang nicht mehr untergeht, sondern fortwährend über dem Horizont kreist, schlafen die Mimosen und Akazien in dieser Zeit gar nicht; sowie aber die Sonne sich zeitweise wieder unter den Horizont verbirgt, stellen sich auch wieder die täglichen, mit Tag und Nacht zusammenhängenden, periodischen Bewegungen ein. Auf den Lofoten (68° 7′ nördl. Breite) angestellte Beobachtungen ergaben, daß die Acacia lophanta sogar in den hellsten Sommernächten, da die Sonne sich nur wenig tief und für kurze Zeit unter den Horizont verbirgt und folglich selbst um Mitternacht ein diffuses Dämmerlicht herrscht, gar nicht schläft.

Der Pflanzenschlaf ist hienach, wie leicht ersichtlich, ein wesentlich anderer als der Schlaf des Menschen und der Thiere. Wir halten ein mehrere Tage andauerndes Wachen nicht aus; unser Schlaf ist nicht so sehr vom Lichtwechsel, als von andern Umständen abhängig, während der Schlaf der Pflanzen weniger eine Regeneration, als eine durch Lichtmangel bedingte Reaktion bedeutet.

Nachschrift. Während wir die obigen Ausführungen über die schlafende Acacia schrieben, brach die Sonne durch die Morgennebel dieses Septembertages und fielen ihre Strahlen zum Theil direkt unter rechtem Winkel, zum Theil unter sehr spitzen Winkeln auf die vorher sehr flach ausgebreiteten Fiederblättchen einer Acacia lophantha, welche zwischen unserem Schreibtisch und dem Fenster steht. Nun zeigt die ganze Pflanze ein sehr befremdendes Aussehen; alle Fiederblättchen-Paare, die annähernd unter rechtem Winkel von den Sonnenstrahlen betroffen wurden, richteten sich derart in die Höhe, daß je zwei gegenüberstehende Blättchen über dem sekundären Blattstiel einen nach oben geöffneten Winkel von 45—60° bilden. Der vor der direkten Sonnenbeleuchtung vollkommen flache Winkel (180°) wurde somit in Folge der Insolation durch die Aufwärtsbewegung der Fiederblättchen bei jedem zusammengehörenden Paare der letztern um 120 bis 135 Winkelgrade verkleinert; somit bewegte sich jedes Fiederblättchen in Folge der Einwirkung des zu intensiven Sonnenlichtes um 60—67½° nach oben. Die von der Sonne beschienenen Blätter machen ein sogenanntes Mittagsschläfchen, während andere Blätter oder Blattheile derselben Pflanze, soweit sie nicht oder nur unter sehr spitzem Winkel von den Sonnenstrahlen betroffen werden, normale Tagstellung zeigen und ihre Fiederblättchen horizontal ausbreiten. Die Erscheinung wird um so überraschender, je mannigfaltiger der Beleuchtungsgrad ist, unter welchem die verschiedenen Blätter und Blättchen stehen. Da die Sonne auf einzelne Blätter total ohne Hinderniß ihre Strahlen absendet, indeß andere Blätter zum Theil durch einen gewirkten (durchlöcherten) Fenster-Vorhang geschützt sind, so beobachtet man jetzt alle Abstufungen zwischen Mittagsschlaf-Stellung und normaler Tagstellung.

Aehnliche Beobachtungen wurden von andern Forschern bei verschiedenen Schmetterlingsblüthigen und Hülsenfrüchtlern beobachtet. Nach Wiesners Ausführungen ist das Vermögen der Pflanzenblätter, bei zu intensivem Sonnenlichte ihre Stellung zum einfallenden Sonnenstrahl wechseln zu können, ein Schutzmittel zur Schonung des grünen Chlorophyll-Farbstoffes, welcher bei manchen Pflanzen unter dem Einflusse zu grellen Sonnenlichtes alterirt oder gar zerstört wird. Aehnlich wie die Acacia lophanta verhält sich auch unsere Robinie (R. pseud-Acacia), die bei intensiver sonniger Mittagsbeleuchtung ihre Blättchen erhebt, während sie in der Schlafstellung (bei Nacht) abwärts gesenkt sind. Bei der Sinnpflanze (Mimosa pudica) und beim Sauerklee (Oxalis) nähert sich die Stellung der Blättchen während des Mittagsschlafes derjenigen im nächtlichen

Schlaf und Aehnliches ist von Fritz Müller in Itajahy an einer brasilianischen Hülsenfrüchtigen (Bauhina brasiliensis) beobachtet worden.

4. Der schlafende Wunderklee. Desmodium gyrans.

Der Wunderklee erhielt seinen Namen von der wunderbaren periodischen und sich rasch wiederholenden Bewegung der kleinen Seitenblättchen seines dreizähligen Blattes. In Fig. 92 ist rechts unten ein großes, ausgewachsenes Blatt in halber natürlicher

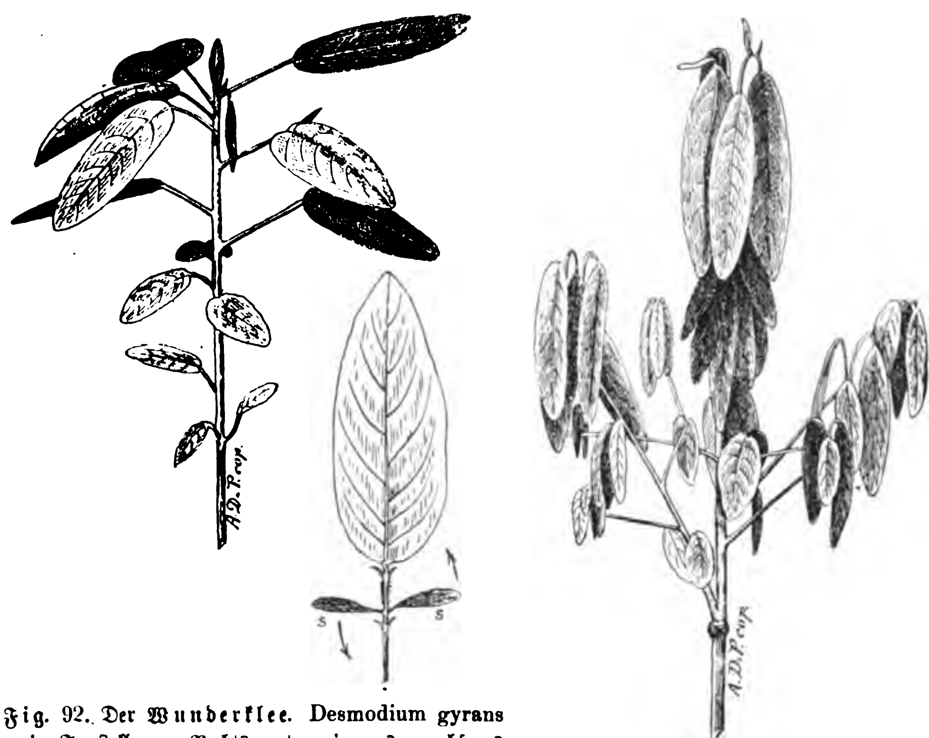


Fig. 92. Der Wunderklee. Desmodium gyrans in Tagstellung. Rechts unten ein ausgewachsenes Blatt mit einem mittleren großen Endblättchen und zwei seitlichen, kleinen Fiederblättchen s. s. (nach Darwin).

Fig. 93. Der Wunderklee in schlafender Stellung bei Nacht (nach Darwin).

Größe dargestellt. Die drei Blättchen, die das ganze Blatt zusammensetzen, sind ungleich groß: das in der Verlängerung des Hauptblattstieles stehende Endblättchen ist relativ sehr groß, während die zwei seitlichen Blättchen s, s, die unter günstigen äußeren Verhältnissen fast immer in Wanderung begriffen sind, ungewöhnlich klein, minutiös erscheinen. Da wir in einem folgenden Abschnitt unten von der wunderlichen Bewegung der Seitenblättchen zu reden haben, so beschränken wir uns an dieser Stelle auf die Skizzirung der Blattstellung bei Tag und bei Nacht (Fig. 92 und 93.)

Der Wunderklee wacht mit seitlich abstehenden Blattstielen und annähernd horizontal gestellten, flach ausgebreiteten Endblättchen, wie wir dies in Fig. 92 dargestellt sehen.

Beim Uebergang von der Tagstellung zur Schlafstellung (Fig. 93) senkt sich das große Endblättchen abwärts, während sich der Blattstiel erhebt. Die Blätter sind daher des Nachts dicht zusammengedrängt — „die Fittige sind gesenkt, die Segel schlaff einzogen," — gleichsam als ob die schlafende Pflanze ihre Blätter sich gegenseitig schützen

lassen wollte. „Die Stiele der jüngeren Blätter in der Nähe des Gipfels der Sprosse erheben sich des Nachts so, daß sie senkrecht und mit dem Stamm parallel stehen, während es sich ergab, daß in einigen Fällen diejenigen an den Seiten sich um 46°, um 36°, um 20 und $19^1/_2$° über die geneigten Stellungen, welche sie während des Tages eingenommen hatten, erhoben. — Am Abend wird die Erhebung der Blattstiele beinahe vollendet, ehe die Blättchen senkrecht abwärts sinken.

Der Kontrast im Gesammtaussehen der wachenden und der schlafenden Pflanze ist, wie aus den beiden Figuren 92 und 93 ersichtlich ist, ein großartiger. Vergleichen wir beide Figuren mit einander, so wirkt diejenige mit der Schlafstellung auf den Beschauer fast reflektorisch in dem Sinne, daß uns selbst die Augenlider zufallen. Ich wüßte in der That kein wirkungsvolleres Objekt unter den schlafenden Pflanzen, als gerade diesen Wunderklee, der leider bei uns nur in Warmhäusern und auch dort nur unter sorgsamer Pflege gedeiht. — Es ist kaum nöthig zu sagen, daß der Uebergang von der Schlafstellung zur Tagstellung wie bei anderen schlafenden Blättern durch Bewegungen vermittelt wird, welche denjenigen entgegengesetzt sind, die man beim Uebergang vom Tag zur Nacht am einzelnen Blatte wahrnimmt.

5. Die schlafenden Kronenwicken, Coronilla.

Bei der rothen Kronenwicke (Coronilla rosea) sind die Blätter einfach gefiedert und tragen 9 oder 10 Paare gegenständiger Blättchen, die bei Tag an dem unbedeutend abwärts gekrümmten Blattstiel horizontal ausgebreitet sind und zu letzterem senkrecht stehen. (Fig. 94 A.)

Bei einbrechender Nacht erheben sich die Blättchen derart, daß je zwei derselben, die einander gegenüberstehen, sich über dem Blattstiel nahezu berühren; bei jungen Blättern ist die Berührung in der Regel eine vollständige.

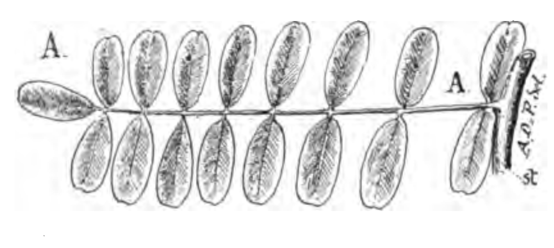




Fig. 94. Blatt der rothen Kronenwicke (Coronilla rosea) in Tagstellung A. und in schlafender Stellung B; st st — Stengelstücke (nach Darwin).

Aber während die Blättchen bei Mimosa pudica (vergl. Fig. 88) sich während ihrer Aufwärtsbewegung nach Vorn richten, biegen sich die Fiederblättchen der rothen Kronenwicke rückwärts, gegen die Basis des Blattstieles hin, wie aus Fig. 94 bei B ersichtlich ist. Ihre Mittelrippen bilden dann mit dem Blattstiel, zu dem sie in einer und derselben senkrechten Ebene liegen, Winkel von 40—50°. In anderen Fällen ist die Rückwärtsbiegung noch eine bedeutend größere, so daß nicht selten die Mittelrippen der schlafenden Blättchen parallel mit dem Blattstiel verlaufen und in diesem Fall das stärkste Extrem des Gegensatzes zur Schlafstellung von Mimosa pudica darstellen.

6. Schlafstellung beim kriechenden Klee, Trifolium repens.

Darwin hat die Bewegungen, welche beim Uebergang von Tag- und Nachtstellung an den Blättern 11 verschiedener Kleearten beobachtet worden, genauer untersucht.

Die Vorgänge sind bei allen von ihm untersuchten Kleearten im Wesentlichen sehr ähnlich. Sehr anschaulich beschreibt er den Vorgang beim kriechenden Klee (Trifolium repens), der in Deutschland und der Schweiz wohl allen Naturfreunden bekannt, da er sehr häufig in Wiesen und an Wegrändern anzutreffen ist und von den meisten anderen Kleearten durch seine weißen Blüthenköpfchen absteht.

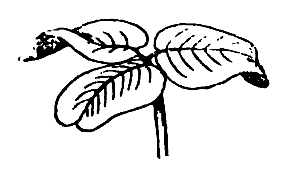




Fig. 95. Das Blatt des kriechenden Klee's. (Trifolium repens) in Tagstellung (links) und Nachtstellung (rechts).

„Wenn man ein Blatt von Trifolium repens auswählt, welches einen aufrechten Stiel hat und dessen drei Blättchen horizontal ausgebreitet sind, so wird man beobachten, daß sich die zwei seitlichen Blättchen am Abend drehen und einander nähern, bis ihre oberen Flächen mit einander in Berührung kommen. Zu gleicher Zeit biegen sie sich in einer Ebene, welche auf der ihrer früheren Stellung senkrecht steht, abwärts, bis ihre Mittelrippen mit dem oberen Theile des Blattstieles einen Winkel von ungefähr 45° bilden. Diese eigenthümliche Veränderung in der Stellung erfordert einen beträchtlichen Betrag von Drehung im Gelenkpolster. Das terminale Blättchen erhebt sich einfach, ohne sich irgendwie zu drehen, und biegt sich über, bis es auf den Rändern der nun senkrechten und vereinten seitlichen Blättchen ruht nnd ein Dach über denselben bildet (Fig. 95 rechts). Dabei durchläuft das terminale Blättchen immer einen Winkel von mindestens 90°, meistens von 130° oder 140° und nicht selten — wie bei Trifolium subterraneum oft beobachtet wurde — von 180°. In diesem letztern Falle steht das terminale Blättchen des Nachts horizontal (wie in Fig. 95 rechts) und seine untere Fläche ist dem Zenith zugekehrt.

Außer diesen Bewegungen, welche vom Tag- und Nachtwechsel abhängen, wurden bei Blättern verschiedener Kleearten auch noch spontane (od. sogen. autonome) Bewegungen beobachtet, die nicht vom Wechsel der Beleuchtung abhängen, so bei Trifolium incarnatum (Inkarnat-Klee), Trif. pratense (Wiesenklee), bei welch letzterem das Endblättchen des dreizähligen Blattes in $1^1/_2$ bis 4 Stunden eine Bewegung von 40 bis 150 Grad ausführen kann.

7. Schlafstellung bei den Keimblättchen, Cotyledonen, von aus Samen gezogenen jungen Pflanzen.

Bei der Klasse der Dicotyledonen besitzt die keimende Pflanze bekanntlich zwei opponirte Keimblätter oder Cotyledonen, welche schon im reifen Samen oft so stark entwickelt sind, daß sie die Hauptmasse des Sameninhaltes darstellen, so z. B. bei den Bohnen, Erbsen, Wicken, Eicheln, Wallnüssen, beim Kohl, Raps, beim Ahorn, bei der Buche u. s. w. In vielen Fällen sind diese Keimblätter (Cotyledonen) gar nicht blattförmig, sondern dick, wulstig, halbkugelig und behalten diese Form auch während der Keimzeit; in anderen Fällen entwickeln sich die Cotyledonen während des Keimens zu laubblattähnlichen, grünen Gebilden, die sich aus der Samenschale frei machen und bei Tag ihre innere oder obere Fläche dem Zenith zukehren, indem sie sich horizontal oder fast wagrecht über dem jungen Stengelchen ausbreiten, wie dies bei T Fig. 96 dargestellt ist. Nun hat sich herausgestellt, daß bei vielen Pflanzen die flach ausgebreiteten Cotyledonen die Fähigkeit und Gewohnheit haben, bei einbrechender Nacht sich nach Oben zu be-

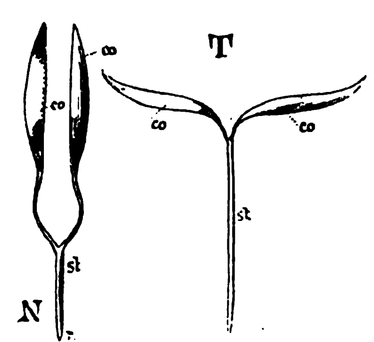


Fig. 96. Tag- und Nachtstellung der Keimblätter (Cotylebonen) bei den Alsineen (nach N. J. C. Müller) r = Wurzel-Ende, st = Stengelchen, co co = Keimblätter der jungen Pflanzen. T = Tagstellung. N = Nachtstellung.

wegen, so daß sich die Ober- und Innenseiten derselben — in senkrechter Stellung — entweder ganz oder fast ganz berühren, Fig. 96 N; bei einigen Keimpflanzen bewegen sich dagegen die Cotylebonen abwärts; der Effekt ist in beiden Fällen der, daß die bei Tag dem Zenith ganz exponirten Oberseiten der Cotylebonen nun bei Nacht entweder ganz oder doch theilweise der Ansicht des Zeniths entzogen sind.

Wir haben in Fig. 96 zwei Keimpflanzen von Alsineen (Familie der Sternmieren, Stellaria), die eine T in Tagstellung, die andere N in Nachtstellung zur Anschauung gebracht. Die Bewegung der einzelnen Cotylebonen co co betrug bei diesen Keimpflanzen von der Tagstellung zur Schlafstellung beinahe einen rechten Winkel.

Darwin beobachtete eine ähnliche Bewegung von mindestens 60° über oder unter dem Horizont an den Cotylebonen folgender Keimpflanzen:

Brassica oleracea L., Gemüsekohl; Brassica Napus, Kohlraps, Reps od. Raps; Raphanus sativus, Rettig; Githago segetum, Kornrade; Stelleria media, gemeines Sternkraut oder Vogelmiere, Sternmiere; Gossypium, Nanking = Baumwolle; Oxalis rosea, floribunda, O. articulata, Valdiviana, sensitiva, (verschiedene Sauerklee-Arten) Geranium rotundifolium, rundblätteriger Storchschnabel; Trifolium subterraneum. Tr. strictum, Tr. leucanthemum, (verschiedene Klee-Arten); Lotus ornithopoides, L. peregrinus, L. Jacobaeus, (verschiedene Hornklee-Arten); Clianthus-, Smithia-, Haematoxylon-, Cassia-, Bauhinia-, Neptunia- und Mimosa-Arten, (also bei verschiedenen Hülsenfrüchtlern) bei Cucurbita- (Kürbis)-Arten; bei Lagenaria vulgaris, (Flaschen-Kürbis), Cucumis, (Gurken); bei Apium graveolens, (Sellerie); bei Lactuca Scariola, (wilder Lattich); bei Helianthus annuus (Sonnenrose); bei verschiedenen Ipomoea-Arten; bei Solanum Lycopersicum, (Paradies-Aepfel); bei Mimulus- und Mirabilis-Arten; bei Beta vulgaris, (Runkelrüben); bei Amaranthus caudatus, (Fuchsschwanz) und bei Cannabis (Hanf).

Da von den fast zahllosen, nach Tausenden zählenden Gattungen der Dicotylebonen von Darwin bloß 153 Gattungen nach dem Verhalten der Cotylebonen gegenüber dem Wechsel zwischen Tag und Nacht untersucht worden sind, und zwar aus den verschiedensten Familien und Ordnungen des Dycotylen-Reiches; da sich hierbei herausgestellt, daß unter den *zufällig* gewählten 153 Gattungen sich 26 befanden, bei denen eine oder mehrere Arten *Schlafbewegungen* der Cotylebonen aufweisen, so läßt sich schließen, daß die Erscheinung des *Schlafens* bei den Keimpflanzen überhaupt im ganzen Reiche der Dicotylen eine sehr weit verbreitete und viel häufigere ist, als man anzunehmen geneigt war, ehe die Darwinschen Versuche angestellt wurden. Die Schlafbewegung der Cotylebonen ist ganz sicher eine viel häufigere Erscheinung, als diejenige der anderen grünen Blätter. Also auch im Pflanzenreich schlafen die Kinder häufiger, als die Erwachsenen.

Durch sinnreiche und schlagende Versuche hat Darwin gezeigt, daß bei denjenigen

Pflanzenarten, deren Keimblätter Schlafstellungen annehmen, wobei immer die dem Zenith zugekehrte Fläche bei Nacht sehr reduzirt erscheint, diese Bewegungen für die Keimpflanzen von Nutzen sind. Er hat an manchen jungen Pflanzen die Cotyledonen gegen den Abend verhindert, aus der Tagstellung in Schlafstellung überzugehen und in den meisten Fällen hat sich gezeigt, daß die „am Schlafen verhinderten" Keimpflanzen in kühlen Nächten bei hellem Himmel durch Frost oder sonstige Temperatur-Erniedrigung Schaden gelitten haben, während die „schlafenden" Keimpflanzen nebenan unter sonst gleichen Bedingungen gesund blieben. In wolkenlosen Nächten verlieren alle unter freiem Himmel liegenden, dem Zenith zugekehrten Flächen fester oder flüssiger Körper bedeutende Mengen von Wärme durch Strahlung; alle dem Zenith frei zugekehrten Körperflächen kühlen sich bei hellen Nächten bedeutend ab, während andere Flächen desselben Körpers, die nicht dem Zenith zugekehrt sind, bedeutend weniger abgekühlt werden. Dies gilt selbstverständlich auch von lebenden Pflanzenblättern, von Cotyledonen und grünen Laubblättern. Bei diesen Organen tritt Thaubildung in Folge von Wärmeverlust durch Strahlung auf der dem Zenith zugekehrten Fläche in viel höherem Grade ein, als an anderen Stellen desselben Organes, die dem Zenith abgewendet oder dem letzteren gegenüber verdeckt erscheinen.

Diese Thatsachen erklären uns in befriedigender Weise den Grund der Schlafbewegungen bei jungen, zarten Keimpflanzen, wie bei erwachsenen grünen Laubblättern. Die Schlafbewegungen sind Schutzmittel der Pflanzen gegen nachtheilige Einwirkungen des kühlen, wolkenlosen Nachthimmels. Daß nicht alle beblätterten Pflanzen auffallende Schlafbewegungen zeigen, daß nicht alle den gleichen äußeren Verhältnissen ausgesetzte Gewächse der Schlafbewegungen bedürfen, um in sternenheller Nacht keinen Schaden zu nehmen, das beweist gegen die Richtigkeit des vorhergehenden Satzes gar Nichts. Wie unter den Thieren (und Menschen) nicht alle Arten und Individuen gegen die klimatischen Einflüsse und launigen Wechsel von Frost und Hitze, gegen atmosphärische Niederschläge und Trockenheit gleich empfindlich oder unempfindlich sind, ganz so verhält es sich in der Pflanzenwelt. Bekanntlich ertragen viele Pflanzen Frost und Nässe bis zu einem excessiven Grad, ohne Schaden zu nehmen, indeß andere Pflanzen zärtlicher und hinfälliger sind, als unsere Wickelkinder. Wer's nicht nöthig hat, sich gegen zu starke Wärmestrahlung in sternenheller Nacht zu schützen, für den würden Schlafbewegungen der Blätter oder Cotyledonen gleichgültig sein; wer dessen aber benöthigte, der mußte im Verlauf zahlloser Generationen durch natürliche Zuchtwahl im Kampf ums Dasein die Gewohnheit der Schlafbewegungen sich aneignen oder aber zu Grunde gehen. Der Schlaf der Cotyledonen und Laubblätter ist gewiß bei mancher Pflanzenart eine Frage um Sein oder Nichtsein.

8. Der Schlaf der Blumen.

Die Blume ist der edelste und zarteste Theil der Pflanze; sie hat — bildlich gesprochen — eine Seele für sich: sie lebt ein eigenes Leben; liebt und hofft, zagt und fürchtet; sie lacht bald, bald trauert sie — manche Blume schläft auch. — Da von den Funktionen der verschiedenen Blüthentheile die Fortdauer der Pflanzenarten abhängig ist, da das Sein oder Nichtsein der verschiedenen Blüthenpflanzen-Formen in der Dauer auf einanderfolgender Generationen durch das Schicksal der in den Blumen enthaltenen Geschlechtsorgane bedingt wird, so können wir nicht überrascht sein, wenn wir im Leben

der Blüthen Gewohnheiten wahrnehmen, welche geeignet sind, jene edelsten Organe gegen die Unbilden von Wind und Wetter, von Tag und Nacht, von Kälte und Feuchtigkeit zu schützen. In der That giebt es unzählige Blumen, welche periodische Bewegungen zum Schutze der Geschlechtsorgane ausführen, hauptsächlich Bewegungen der Blüthenhüllblätter, also der Krone und des Kelches. Man hat diese Bewegungen wegen ihrer Verwandtschaft mit denjenigen mancher Laubblätter — Schlafbewegungen der Blumenblätter genannt. Sie sind in den meisten Fällen vom Wechsel in der Beleuchtung, also vom Lichte abhängig. In einigen wenigen Fällen wurde konstatirt, daß auch Temperatur-Schwankungen bedingend mitwirken.

Nur verhältnißmäßig wenige Pflanzen besitzen Blüthen, die kaum einige Stunden geöffnet erscheinen, die sich nur Ein Mal und zwar nur auf eine kurze Zeitspanne öffnen, um sich alsbald wieder zu schließen und sofort abzuwelken; so die verschiedenen Arten von Tradescantia, deren eine wir in einem folgenden Abschnitte wegen der wunderbaren Plasmabewegungen in den Haarzellen der Staubfäden noch eingehend zu behandeln haben. Bei Tradescantia und Erythrotis besitzt jede Blüthe 3 zarte innere Perigonblätter, mit denen nach Außen drei derbe grüne Kelchblätter abwechseln. Diejenigen Blüthen, die sich im Verlaufe des Vormittags öffnen, bleiben bis am Abend dem Besuche der Insekten ausgesetzt; dann aber schrumpfen und knittern bei Sonnenuntergang oder doch noch vor Mitternacht sämmtliche zarten Kronblätter zusammen, um sich nie wieder auszubreiten. Das sind Eintagsblumen. Ein Seitenstück hierzu bildet die „Königin der Nacht," Cereus grandiflorus (vergl. pag. 294), die nur während der wenigen Stunden um Mitternacht ihre Reize entfaltet, ebenfalls nur Ein einzig Mal ihre Krone öffnend.

Aber die meisten Blumen unserer Wiesen und Felder öffnen ihre Kelche und Kronen für eine längere Zeitdauer; manche Blüthe erhält sich durch mehrere Tage, ja sogar durch Wochen hindurch farbenfrisch und duftend und sehr viele Blumen haben die Gewohnheit, sich zu gewissen Tagesstunden zu schließen, um einige Zeit in Schlafstellung zu verharren und hernach, ebenfalls zu gewisser Stunde, sich wieder zu öffnen und bis zur gewohnten Schlafzeit „wach zu bleiben." Es folgen sich hierbei also periodische Bewegungen, ähnlich wie bei den Laubblättern mancher Pflanzen.

Die meisten dieser mit periodischen Bewegungen ausgestatteten Blüthen sind an warmen hellen Tagen am schönsten nach Sonnen-Aufgang ausgebreitet. „Im warmen Sonnenschein sind dann die Kelche, Trichter und Sterne der zahlreichen Gentianen, Crocus, Anemonen, Ranunkeln, Potentillen und Cichoriaceen auf unseren Wiesen weit aufgesperrt und von unzähligen Hummeln, Bienen, Faltern und Fliegen umschwärmt. Bei Regenwetter, an naßkalten Tagen, bei heftigem Wind, im Dunkel der Nacht und insbesondere zur Zeit der stärksten Bethauung am kalten Morgen sind dagegen alle diese Blüthen geschlossen." (Kerner.)

Aber es wäre ein Irrthum, wenn wir diese Erscheinung des periodisch sich wiederholenden Aufwachens und Einschlafens nur auf den Nutzen zurückführen wollten, der hierbei diesen zarten Sexualorganen zu Theil wird, welche in der Mitte der Blume eingeschlossen werden und welche beim Einschlafen vor den Unbilden der Nacht oder des frostig-kühlen thaureichen Morgens geschützt werden. Das Oeffnen und Schließen der Blumen hängt nicht allein von dem Wechsel zwischen Tag und Nacht, zwischen Sonnenschein und Regen, zwischen Windstille und Sturm ab, sondern wird gleichzeitig bedingt durch die Gewohnheiten der Insekten, welche speziell zur Bestäubung dieser oder jener

Blumen nöthig sind. Allerdings schwärmt der große Haufen honigsuchender und Bestäubung vermittelnder Insekten nur bei Tag und in dieser Zeit auch nur während der hellen, warmen und windstillen Stunden, weßhalb eben auch die meisten Blumen in dieser Zeit ihre glänzenden Hüllen entfalten und ihre Herrlichkeiten ausbreiten. Nun gibt es aber auch eine große Anzahl von Blüthen, welche nicht von Taginsekten bestäubt werden, sondern sich den langrüsseligen Nachtfaltern angepaßt haben und daher ihre Reize bei Tag verhüllen, um den Honigsaft für ihre nächtlichen Liebhaber aufzusparen, indem sie bei Tag Schlafstellung annehmen, die Krone schließend und den Weg zum Nektar versperrend. Kerner hat hierfür die schönsten Beispiele ermittelt. Am häufigsten finden wir solche in der Familie der Caryophylleen (Nelkengewächse), von denen Kerner folgende Arten speziell in dieser Richtung untersuchte: Silene paradoxa, Silene longiflora, S. ciliata, S. Vallesia, S. Saxifraga und Silene nutans, Fig. 97, welch letztere den meisten unserer Leser als wildwachsende Pflanze bekannt sein dürfte.

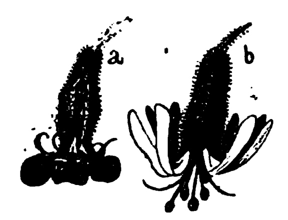


Fig. 97. Nickendes Leimkraut. Silene nutans, (nach Kerner).
a) am Mittag schlafend.
b) Dieselbe Blüthe um Mitternacht wachend.

Bei all diesen Pflanzen — so berichtet Kerner — dauert die Anthese jeder Blüthe, das heißt: die Zeit vom Aufblühen bis zum Verblühen, wenn nicht außergewöhnliche Störungen eintreten, drei Tage und drei Nächte. Am ersten Tage gegen Abend, nachdem sich die Krone geöffnet, kommen die Staubbeutel der 5 vor den Kelchblättern stehenden Staubblätter am Eingang zur engen Röhre, welche von den Kronblattstielen gebildet wird, zum Vorscheine; sie sind aber beim Sinken des Tages noch geschlossen. Allein schon binnen 1—2 Stunden verlängern sie sich sehr rasch und nach Sonnenuntergang, bei beginnender Dämmerung erscheinen die Staubbeutel an den geraden, straffen Filamenten mehr oder weniger über dem Blüthen-Eingang vorgeschoben; die Pollenbehälter sind geöffnet und die Staubbeutel sind nun ringsum von Pollen bedeckt.

Im Laufe des folgenden Vormittags krümmen sich die Filamente nach Außen und die entleerten Staubbeutel fallen ab oder bleiben als verschrumpfte, leere Säcke an den Enden der zurückgekrümmten Filamente hängen. Im Laufe des Nachmittags verlängern sich hierauf die Filamente der anderen fünf Staubblätter, welche vor den Kronblättern stehen, so daß die noch geschlossenen Staubbeutel gegen Abend in gleiche Lage gerathen, wie 24 Stunden vorher die Staubbeutel der 5 erstentleerten Pollenblätter. Bei einbrechender Nacht wiederholt sich an ihnen genau dasjenige, was am vorigen Abend mit den anderen Staubblättern vor sich ging. Am dritten Tage krümmen sich auch diese fünf Filameute nach Außen zurück, indem zugleich gewöhnlich die letzten Antheren abfallen und mit hereinbrechendender Nacht schieben sich jetzt die langen S-förmig gekrümmten, feinsammetartigen Narben vor, die bisher in der Tiefe der Blüthe zusammengelegt und noch nicht belegungsfähig, geborgen waren. Aus diesen Vorgängen ergibt sich, daß die Blüthe der genannten Silene-Arten proterandrisch ist und zwar derart, daß sie die ersten zwei Nächte ihrer Anthese männlich, in der dritten Nacht dagegen weiblich erscheint.

Mit der Verlängerung und dem Krümmen der Staubblätter und Narben geht nun aber auch Hand in Hand das Oeffnen und Schließen der Krone. Bei beginnender Dämmerung breiten sich die in zwei Zipfel gespaltenen Platten der Kronblätter flach aus und schlagen sich gegen den Kelch zurück (Fig. 97 b), erhalten sich die Nacht hin-

durch in dieser Lage und beginnen sich erst am folgenden Morgen (rascher bei Sonnenschein und milder Temperatur, langsamer bei trübem Himmel und naßkalter Witterung) spiralig einzurollen. Zugleich mit diesem Einrollen bekommen die Kronblätter auch Längsfalten, sehen wie gerifft oder ganz runzelig aus und bilden so fünf schneckenartig gewundene Segmente, welche die Oeffnung der Blüthe umgeben und den Eindruck machen, als sei die Zeit des endgültigen Welkens schon gekommen. Aber sobald der Abend heranrückt, verschwinden die Runzeln, die Kronblätter glätten sich und rollen auf, schlagen sich gegen den Kelch zurück und die Krone ist wieder geöffnet wie am ersten Abend.

Die Einzelblüthen der genannten Silene-Arten nehmen also drei Mal hintereinander abwechselnd Tag- und Nachtstellung an: bei Tag „schlafen“ sie, bei Nacht „wachen“ sie — bei Tag machen sie sich möglichst unscheinbar und werden darum nicht von Insekten aufgesucht; bei Nacht entfalten sie ihre Krontheile und ihre intensiven Düfte, um die Nachtfalter herbeizulocken, von denen sie in der Regel bestäubt werden, denen sie daher auch ihren Honigsaft in gefälliger Weise reserviren.

Durch die Wechselbeziehung zwischen Blumen und Insekten, welch letztere ja bekanntlich wie die höheren Thiere ihre regelmäßigen Ruhestunden innehalten und namentlich auch von Gunst und Ungunst der Witterung beinflußt werden, erklären sich, wie wir an obigen Beispielen gesehen haben, die auffallenden Gewohnheiten der Nachtblumen. Da die glückliche Funktion der zartesten Blüthentheile nicht allein von der Gunst der Witterung, von der Intensität der Beleuchtung, vom Grad der Lufttrockenheit und der Temperatur abhängt, sondern auch von den Gewohnheiten der Blumen-Insekten beeinflußt wird, so werden alle jene Erscheinungen verständlich, welche uns in der Mannigfaltigkeit der Tageszeiten, in welchen diese und jene Blumen sich zu öffnen pflegen, entgegentreten. Man kann wohl sagen, daß jede Pflanze ihre Blüthen zu einer bestimmten Stunde des Tages oder der Nacht öffnet und schließt. Bekanntlich hat Linné die Pflanzen nach ihrem Aufblühen in eine Tabelle zusammengestellt und diese letztere die Uhr der Flora oder Blumenuhr genannt. Selbstverständlich wird ein solcher Chronometer nie so genau die Zeit bestimmen, wie eine Taschenuhr; aber es ist bekannt, daß in manchen Gegenden die Landleute ganz wohl wissen, zu welcher Zeit sie das Zwischen-Essen zwischen Frühstück und Mittag zu sich nehmen sollen; denn ein gemeines Acker-Unkraut, Anagallis arvensis, der Feldgauchheil, öffnet seine mennigrothen Blüthensterne während der Sommermonate an sonnigen warmen Vormittagen in der Regel um 9 oder halb 10 Uhr und heißt deßhalb in vielen Gegenden der Schweiz „Nüniblümli,“ Nünichrut,“ (d. h. Neunuhr-Blümchen), auch in manchen Gauen Deutschlands kennt man diese Pflanze unter dem Namen „Neunerle;“ anderswo nennt man sie „Schäfers Wetterglas,“ wohl darum, weil beim Herannahen mißlichen Wetters dies niedliche Pflänzchen seine schönen Blüthen schließt — aus Mangel an Sonnenlicht.

Bekannt ist fernerhin, daß zwischen 3 und 4 Uhr Morgens (während des Hoch-Sommers) die großen weißen Zaunwinden, Convolvulus sepium, aufblühen, während die Schwarzwurzel (Scorzonera), und die blaue Wegwarte (Cichorium) erst um 5 Uhr erwachen und die gelben Seerosen (Nuphar) und der Gartensalat — Lactuca, um 7 Uhr ihre Blumen ausbreiten. Unsere Wiesen-Glockenblumen erwachen gewöhnlich um 8 Uhr früh, die Ringelblumen (Calendula) um 9 Uhr. Die Blüthen des Portulaks öffnen sich meist erst um 11 Uhr und ein Gleiches gilt von dem als Unkraut in manchen Gegenden z. B. um Zürich sehr häufig vorkommenden, blendend weißen Milchstern

(Ornithogalum umbellatum), dessen Blume wegen ihres späten Erwachens von den Franzosen „dame d'onze heures“ (Elfuhr-Dame) genannt wurde. Um 2 Uhr Nachmittags öffnen sich die Blüthen einiger Scilla-Arten, zwischen 6 und 7 Uhr Abends blüht die sog. Wunderblume (Mirabilis Jalappa); um 8 Uhr bei einbrechender Nacht erwacht die oben genannte „Königin der Nacht“ (Cereus grandiflorus), zwei Stunden später die Purpurwinde (Ipomoea purpurea), deren Blüthe von dort ab bis zum Morgen geöffnet ist und von den Gärtnern den Namen Tagschöne (belle de jour) erhielt, weil sie die Blume stets schon offen fanden, so früh am Tage sie auch aufstehen mochten.

Ebenso zuverlässig oder unzuverlässig dürfte ein Blumen-Chronometer ausfallen, wenn wir die Pflanzen nach der Zeit ihres beginnenden Blüthenschlafes zusammenstellen wollten. Sehr zeitig, oft schon bei nur schwach bewölktem Himmel um 11 Vormittags nehmen verschiedene Pipau-(Crepis)-Arten Schlafstellung an; ein Gleiches gilt vom Löwenzahn (Leontodon Taraxacum) und von Barkhausia taraxacifolia, dessen Blüthenkörbchen selbst beim sonnigsten Himmel vom Mittag an bis zum Abend und folgenden Morgen geschlossen bleiben.

Im April und Mai, wenn unsere saftigen Wiesen sich in Floras buntes Blumenkleid werfen, wenn die großen Goldscheiben des Löwenzahnes weithin die Grasflächen mit einem leuchtenden Gelb decken, indeß das kleine Gänseblümchen mit seinen weißen Sternstrahlen fast nicht mehr Raum findet, seine stille Herrlichkeit an die Sonne zu bringen — da offenbart sich am hellen Sonnenmorgen die Allmacht des Lichtes, indem es an allen Enden die schlafenden Blumen aus dem Traumleben der Nacht aufrüttelt und zum lachenden Zauber erweckt. Und wenn im Verlaufe des Vormittags der blaue Himmel sich trübt und rasch oder langsam ein dunkles Wolkenheer am Lichtdom des Firmamentes dahinzieht: da manifestirt sich ebenso auffallend die Empfindlichkeit des Blumenflores gegenüber dem verschleierten Licht: die goldnen Körbchen des Löwenzahnes ziehen ihre Feuerzungen ein — in kurzer Zeit erscheint die vorher gelb gefärbte Wiese wieder sattgrün und von den leuchtenden hoch aufragenden Schirmtrauben des löwenzahnblättrigen Pippau's ist plötzlich aller Farbenzauber verschwunden. Bei düsterem Mittagshimmel schließt selbst das Gänseblümchen schüchtern seine Augen, wie ja denn dieses treueste aller Kinder Floras auch am Abend bei untergehender Sonne sittsam fast zuerst schlafend seine lockenden Reize verhüllt.

Die Blüthen des rundblätterigen Sonnenthau's (Drosera rotundifolia) sind so lichtfreundlich, daß sie ausschließlich nur bei Sonnenschein geöffnet sind: tritt die Sonne hinter eine Wolke, so schließen sie sich sofort. Fast ebenso empfindlich ist der Wiesenbocksbart (Tragopogon), dessen langstrahligen Blüthenkörbchen zu den größten gehören, welche unsere einheimische Flora aufweist. Er blüht in der Regel nur während der sonnigen Vormittagsstunden, und schläft bei trübem Himmel alsbald ein. Die unter dem Namen „Impératrice Eugénie“ bekannte Passionsblume (Fig. 54 pag. 226) erwacht erst, wenn die Sonne am warmen Morgen schon hoch am Himmel steht; in düstern Tagesstunden und während feuchter, trüber Regentage bleibt sie in Schlaf versunken; ja — bei lange anhaltendem Regenwetter fallen die normal entwickelten Blüthenknospen ohne Weiteres ab, ohne sich jemals geöffnet zu haben. Legen wir eine geöffnete Blume für wenige Minuten in eine dunkle Botanisirdose, so schließt sich die Krone mit sammt dem Kelch sehr rasch. Ein Gleiches tritt ein, wenn wir die offene Blume in ein nördlich gelegenes schattiges Zimmer bringen.

Wenn die Blumen einschlafen, so nehmen sie meist das Aussehen von Blüthenknospen an; so schließt sich die Blüthe der Ehrenpreis-(Veronica)-Arten nach Kerners Beobachtungen in der Weise, daß die Spitzen je zweier gegenüberstehenden Kronzipfel gegeneinander neigen, wodurch dann der obere und untere Zipfel einen inneren, die beiden seitlichen Zipfel einen äußeren Mantel um den Staubblattapparat bilden. (Fig. 98. B).

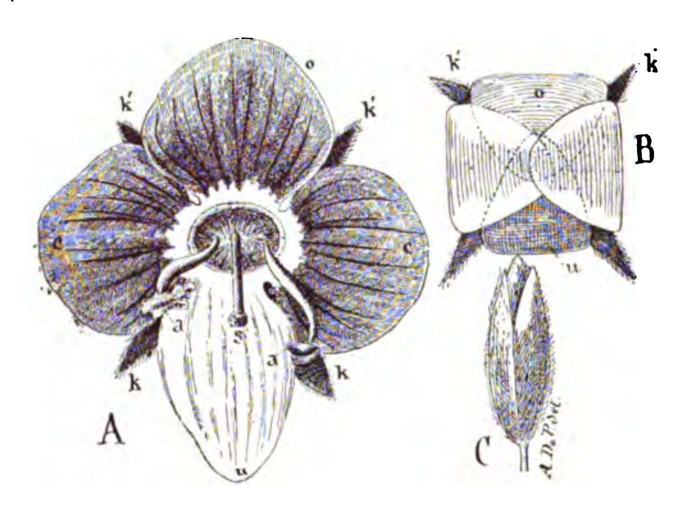


Fig. 98. Acker-Ehrenpreis. (Veronica Buxbaumii Ten.)
A. Offene Blüthe. o. — oberer Kronzipfel. u. — unterer Kronzipfel. c, c. — die beiden seitlichen Kronzipfel. a, a — die beiden Staubbeutel. s. — Narbe.
B. Dieselbe beim Uebergang in die Schlafstellung von Oben gesehen (schematisirt).
C. Schlafende Blüthe von der Seite gesehen. Nach der Natur gezeichnet.

Der aufmerksame Leser hat während des ganzen Sommers Gelegenheit, diese Erscheinungen an verschiedenen Ehrenpreis-Arten zu beobachten. Wir haben in Fig. 98 eine um Zürich herum häufig vorkommende Form des Acker-Ehrenpreis (Veronica Buxbaumii) in wachender und schlafender Stellung abgebildet. Dieses zierliche Unkraut findet sich vom März an bis zum Eintritt des Winters fast auf allen Äckern, in Gemüsegärten, Weinbergen u. auf Stoppelfeldern. —

Bei manchen Anemonen und Liliengewächsen, sowie beim Crocus bildet die sich in Schlaf begebende Blüthe mit ihren Blumenblättern, ähnlich wie der Ehrenpreis, einen Doppelmantel, indem die drei inneren Blumenblätter sich klappig oder geschindelt an einanderlegen, und die drei äußeren Blätter sich als zweite Hülle darüber decken. Am häufigsten ist die Lage der Blumenblätter in der schlafenden Blüthe eine geschindelte, so bei der Rose, bei den Fingerkraut-Arten, ei den Kirsch- und Pflaumenblüthen, bei der weißen Seerose (Nymphaea alba), bei den Hahnenfußarten (Ranunculus), bei den Magnolien und Tulpenbäumen (Liriodendron) sowie bei den Opuntien. In anderen, jedoch selteneren Fällen ist die Lage der schlafenden Blumenblätter eine gedrehte, so z. B. beim Ackergauchheil (Anagallis arvensis), beim Lein, Sauerklee, bei den Lysimachia- und Malva-Arten, wovon sich der Leser gelegentlich überzeugen kann, wenn er am Nachmittag ein schlafendes Leinfeld besucht, das am sonnigen Vormittag im wunderbarsten Azurblau seiner unzähligen Blüthen prangte, um schon am hellen Mittag einzuschlafen.

Bei den Winden-(Convolvulus)-Arten, beim Stechapfel (Datura), bei manchen Gentiana- und Kürbis-Arten wird die Blumenkrone der Länge nach gefaltet, und diese Falten legen sich beim Uebergang in die Schlafstellung gedreht oder geschindelt übereinander.

Manche Blumen schlafen in aufrechter Stellung; wir erinnnern an den Löwenzahn (Leontodon Taraxacum); andere, wie z. B. die Blüthen des Sauerklees und die doldentraubige Wucherblume (Chrysanthemum corymbosum), senken sich Abends durch

eine Krümmung des vorher aufrechten Stieles und gehen beim Uebergang zum Schlaf in eine nickende Stellung über, wieder andere sind bei Tag nickend, richten sich aber beim Schlafen aufrecht.

Die interessantesten und lehrreichsten Beispiele verschiedener Arten zu schlafen liefert die große Familie der Compositen (Korbblüthler). Jedes Körbchen stellt hier eine Gesellschaft zahlreicher kleiner Blüthchen dar, die sich gegenseitig — scheinbar zu Schutz und Trutz — genähert und verbündet haben. Da ist es denn bei vielen Strahlenblüthigen unter den Compositen fast rührend anzusehen, wie die großen zungenförmigen Randblüthen eines Körbchens sich aus der horizontalen Lage aufrichten, um bei eintretendem Schlaf sich in einem Bogen von 90 oder mehr Grad aufwärts zu bewegen, bis sie wie die Balken eines pyramidenartigen Daches über der Mitte der Blumenscheibe zusammentreffen, einen schützenden Verschlag bildend für Alles, was innerhalb der Randblüthen steht. Unter diesem schirmenden Hohlkegel schlummern die zahlreichen kleinen, meist auch samenbildenden Scheibenblüthen, wohlgeschützt gegen Regen und Thau, Kälte und Wind.

Die wissenschaftliche Botanik hat bis jetzt dem Phänomen des Blumenschlafes noch wenig Aufmerksamkeit geschenkt und doch gibt es im Gesammtleben der Natur wenige Erscheinungen, die des Sonderbaren und Geheimnißvollen mehr bieten würden, als der Pflanzenschlaf. Wohl weiß man, daß beim Oeffnen und Schließen der Kronblätter und des Kelches sich in Folge ungleichen Wachsens gewisse Spannungen von Blattgeweben geltend machen. Man weiß, daß das Licht im Allgemeinen bei sehr vielen Pflanzengeweben das Wachsthum verzögert, während die Dunkelheit dasselbe fördert. Aber warum wirkt gerade das Licht, von dem ja das Oeffnen und Schließen, das Wachen und Schlafen so vieler Blüthen und Blumen abhängig ist, gleichzeitig in der einen Blume hemmend, in der anderen Blume fördernd auf das Wachsthum ähnlich gestalteter und ähnlich situirter Organe? Warum machen sich unter ganz ähnlichen äußeren Bedingungen in nahe verwandten Blumen gleichzeitig ganz entgegengesetzte Spannungsverhältnisse geltend? Wo liegen die primären Ursachen für die offen zu Tage liegenden gegentheiligen und sich widersprechenden Erscheinungen? Wie kommt es, daß die blaue Blume des Leins nur der Vormittagssonne sich öffnet, während dieselbe Blume von der nachmittägigen Beleuchtung keine Notiz nimmt? Wie kam die Nachtviole zu ihrem Tagschlaf? Warum blüht die Königin der Nacht bloß um die „Geisterstunde?"

Wir haben gesehen, daß die „Gewohnheit" des Blumenschlafes den verschiedenen Blüthenpflanzen ganz zweifellos Nutzen gewährt; wir können uns auch eine Vorstellung davon machen, wie im Verlaufe zahlloser Generationen durch natürliche Züchtung im Daseinskampf die Gewohnheiten des Blumenschlafes entstanden sind durch *Vererbung*. Aber über das *innere* Wesen, über die mechanischen Ursachen und über die Wechselbeziehung der hierbei waltenden Faktoren sind wir noch ganz im Dunkeln. Wir müssen von der Zukunft erwarten, daß sie auch *diese* Seite des Blumenlebens in ein klares Licht setze.

C. Autonome oder spontane Bewegungen bei höheren Pflanzen.

Bei manchen Pflanzen kann man an den grünen Laubblättern mehr oder weniger rasche Bewegungen wahrnehmen, die weder von äußeren Reizen ausgelöst, noch vom Wechsel in der Beleuchtung bedingt werden, sondern sich unter gleichbleibenden Verhältnissen fortdauernd wiederholen. Die Ursachen dieser autonomen oder spontanen Bewegungen müssen also historische, durch Vererbung überkommene sein; sie liegen nicht außerhalb der Pflanze, sondern sind innerer Natur: man kann sie also wohl „*freiwillige*," *willkürliche*, aus eigenem Antrieb erfolgende (spontane), oder „*selbständige*," unabhängige (autonome) nennen.



Fig. 99. Der Wunderklee. Desmodium gyrans. Rechts unten ein ausgewachsenes Blatt mit einem mittleren großen Endblättchen und zwei seitlichen kleinen Fiederblättchen s. s, welche fortwährend um ihre Einfügungsstelle auf- und nieder balanciren. (nach Darwin).

Das berühmteste und auffälligste Beispiel dieser Bewegungsart bietet uns der schon oben bei Anlaß der Schlafbewegungen grüner Laubblätter besprochene Wunderklee, Desmodium gyrans (Fig. 99), dessen einzelne Blätter aus je einem großen End- und aus zwei kleinen Seiten-Blättchen bestehen. Schon die oberflächliche Betrachtung einer lebenden Pflanze dieser aus Bengalen stammenden Pflanzenart belehrt sofort, daß — günstige Wärme- und Feuchtigkeitsgrade vorausgesetzt — die zwei Seitenblättchen (s. s. Fig. 99) in ununterbrochener Bewegung begriffen sind. „Das eine derselben hebt sich und lehnt mit seiner inneren Fläche sich an den Blattstiel an. Das andere, welches diese nämliche aufrechte Stellung zeigte, fängt nun an, sich zu senken und lehnt mit seiner äußern Fläche sich abwärts an den Blattstiel an. Hierauf setzt sich wieder das erste in Bewegung; es steigt herunter und lehnt sich ebenfalls an. Wenn dies geschehen ist, so beginnt das zweite Blättchen von Neuem seine Wanderung nach Oben. Die Bewegungen gehen nicht stetig, sondern ruckweise von Statten. Der ganze Weg von Unten nach Oben oder umgekehrt kann in weniger als 1 Minute zurückgelegt werden. Nicht immer wechseln Hebung und Senkung so regelmäßig ab. Zuweilen bewegen sich auch beide Blättchen gleichzeitig, sei es gegeneinander, sei es in gleicher Richtung miteinander."

Pfeffer hat beobachtet, daß auch dem großen Endblättchen autonome Bewegungen zukommen; allein während die seitlichen Blättchen sich um ihre Anheftungsstellen je um 180° auf- und niederbewegen, so beträgt der Bewegungswinkel des Endblättchens bloß 6—20° bei einer Schwingungszeit von 10—120 Sekunden.

Diesen absonderlichen Bewegungen der Seitenblättchen verdankt der Wunderklee seinen Namen. Wir haben oben (pag. 405) gesehen, daß sich die großen Endblättchen bei Nacht abwärts senken (Fig. 93). Die Seitenblättchen s s nehmen jedoch keine Schlafstellung an, sondern balanciren Tag und Nacht ununterbrochen auf- und nieder — zu welchem „Zweck" ist noch unbekannt.

Aber nicht allein der Wunderklee Bengalens zeigt autonome Bewegungen, sondern solche wurden auch am Endblättchen unseres gemeinen Wiesenklees beobachtet. Allerdings sind hier die Bewegungen nicht so rasch; denn bis das balancirende Blättchen einen Winkel von 40—150° beschrieben hat, um hernach die rückläufige Bewegung beginnen zu können, bedarf es $1^1/_2$ bis 4 Stunden. Auch beim Blatt des gemeinen Sauerklees (Oxalis acetosella Fig. 90) werden langsam stattfindende autonome Bewegungen wahrgenommen; ebenso am dreizähligen Blatt unserer Gartenbohnen (Phaseolus).

D. Schleuder- und Oeffnungs-Bewegungen bei höheren Pflanzen-Organen.

Eine Reihe der frappantesten Bewegungs-Erscheinungen bieten uns die Entleerungsvorgänge von verschiedenen Früchten und Behältnissen von Fortpflanzungszellen bei blüthenlosen Pflanzen sowohl als bei Phanerogamen. Alle diese Bewegungen lebender oder absterbender Pflanzen-Organe dienen entweder direkt oder indirekt der Samen-Aussaat oder der Verbreitung von Fortpflanzungszellen (Sporen und Spermatozoiden), die selbst entweder der geschlechtlichen Propagation, oder ohne Weiteres der geschlechtslosen Vermehrung und Ausbreitung dienen. Ihr Nutzen ist also ohne Schwierigkeit ersichtlich; auch ist der Mechanismus dieser seltsamen Bewegungs-Erscheinungen in ziemlich befriedigender Weise erforscht. In den meisten Fällen läßt sich eine derartige Bewegung auf langsam steigende und plötzlich sich wieder ausgleichende Differenzen in Gewebe-Spannungen zurückführen, Vorgänge, die im Wesentlichen sehr leicht physikalisch zu erklären und daher unschwer des Geheimnißvollen zu entledigen sind. Solcher Beispiele gibt es zahllose; wir beschränken uns hier darauf, einige der auffälligsten und lehrreichsten Beispiele in Wort und Bild zur Anschauung zu bringen.

1. Die Schleuder-Bewegungen bei der Samen-Aussaat von Impatiens Noli me tangere L. und beim Sauerklee.

Das berühmteste Beispiel von Samenaussaat durch Schleuderbewegungen bietet uns die wildwachsende Balsamine, ein aufrechtes, kahles, sehr saftiges Sommergewächs, das in hügeligen Gegenden Europas, hauptsächlich in feuchten Wäldern und an schattigen Plätzen (z. B. bei Zürich im Gehölz des Sihlthales) angetroffen wird. Sie ist eine Schwesterart zur Garten-Balsamine, die vielleicht den meisten Leserinnen eher bekannt ist, als die nicht sehr häufige wilde Balsamine. Jene, als Zierpflanze weitverbreitet, stammt aus Ostindien. In neuerer Zeit hat sich eine kleinblüthige Form (Impatiens parviflora D. C.), die aus der Mongolei stammt, an verschiedenen Orten in die europäische Flora eingebürgert und sich in botanischen Gärten (z. B. in Zürich) als sehr lästiges, schattenliebendes

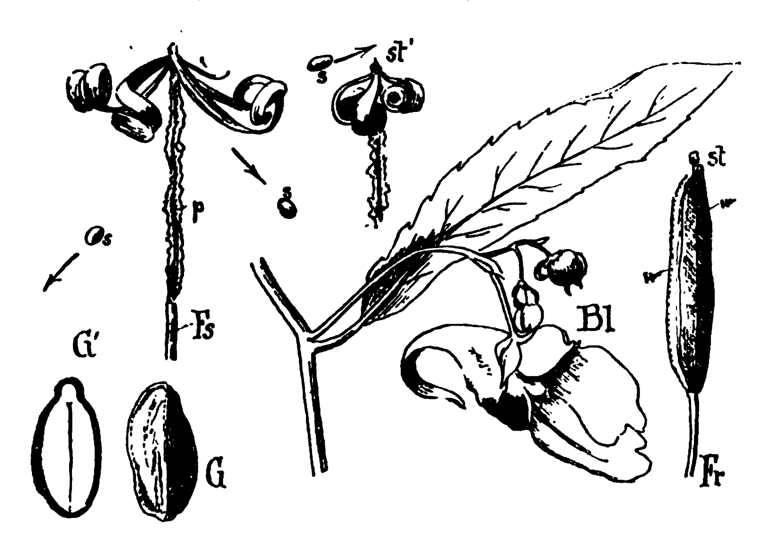


Fig. 100. Das Springkraut, wilde Balsamine (Impatiens Noli me tangere L.) Bl — Blüthe. Fr — ungeöffnete Frucht. Fs — Geöffnete Frucht. kl kl — Spiralig gerollte Klappen. s s — Fortgeschleuderte Samen. G — Ein Same, vergrößert. (Nach Steinheil und Riocreux.)

Unkraut erwiesen. Alle diese drei genannten Balsaminen-Arten zeigen dieselben Schleuder-Bewegungen, obschon Linné nur Eine Art davon mit dem Namen „Noli me tangere“ („Berühre mich nicht!“) belegt hat. In Deutschland nennt man mancherorts unsere wilde Balsamine auch kurzweg „Springkraut“, welche Benennung ebenso gut auch für die andern Arten passen würde.

Der Fruchtknoten (resp. die junge Frucht Fr Fig. 100) ist langgestreckt, fünffächerig. Die Scheidewände zwischen den fünf Fächern sind dünn, hautartig und lösen sich bei der reifenden Frucht sehr bald sowohl von den Wänden als vom Centrum ab, so daß zur Zeit der Reife mitten in der schotenförmig verlängerten Frucht nur eine einzige freie, die Samen tragende Säule angetroffen wird (p Fig. 100). Die Fruchtwände (w w bei Fr) sind bis zur Zeit der Samenreife blaß-grün und saftig. Berühren wir eine solche langgestreckte, saftige Kapsel (Fr) an ihrem Scheitel mit zwei zangenförmig anfassenden Fingern, so löst sich die Wand in fünf plötzlich sich aufrollende Klappen (kl kl bei Fs) derart, daß auf dem Fruchtstiel Fs nur noch jene oben beschriebene Mittelsäule p verbleibt, während die fünf Klappen sich bis an unsere Fingerspitzen, d. h. bis zum Scheitel st der Frucht spiralig einrollen, wobei die Samen s s nach allen Richtungen weit fortgeschleudert werden, wie wir dies durch die Pfeile angedeutet haben. Wie aus Fig. 100 bei st' hervorgeht, rollen sich die frei werdenden Klappen nach dem Centrum der Frucht hin um und krümmen sich hiebei uhrfederartig, wobei sie gegen die an der Mittelsäule p sitzenden Samen geschnellt werden, dieselben losreißen und mit Vehemenz weithin schleudern.

Diese Bewegungs-Erscheinung, geeignet, Kinder und unvorbereitete Erwachsene sogar in Schrecken zu versetzen, weil die Samen oft unversehens dem Beschauer ins Gesicht springen, beruhen auf Spannungsverhältnissen in den saftigen Geweben der Fruchtwand. Während des Heranreifens der Frucht nimmt das Ausdehnungsbestreben in den äußeren Wandschichten stärker zu, als in den inneren Wandschichten. So lange die fünf Klappen noch zusammenhalten, sind die äußeren Gewebe gezwungen, einen kleineren Raum einzunehmen, als ihnen „lieb“ ist. Erfolgt eine Lösung des Zwanges (wobei der Druck unserer anfassenden Finger oft gute Dienste leistet), so dehnen sich die äußern Gewebeschichten der Klappen plötzlich auf die angestrebten Dimensionen aus, während die inneren Gewebeschichten passiv in entgegengesetztem Sinne beeinflußt werden. Folge davon ist die uhrfederartige Krümmungs-Bewegung.

Beim gemeinen Sauerklee (Oxalis acetosella) besitzen die Samen der fünffächerigen Kapselfrucht einen eigenen Schleuderapparat in Gestalt einer äußern Samenhaut, deren verschiedene Gewebeschichten derart aktiv und passiv gegen einander gespannt sind, daß schließlich ein plötzliches Zerreißen und Zurückrollen dieser äußern Samenhaut und ein gleichzeitiges Herausschleudern der Samen aus der geöffneten Kapsel erfolgt. „An solchen Kapseln, die schon fast ganz reif sind, gelingt es nur mit Mühe, die Samen frei heraus zu präpariren, ohne daß ihre äußere Haut sich ablöst und sie davonspringen; ein allseitiger Druck auf eine fast reife Kapsel bewirkt, daß die Samen mit mitrailleusenartigem Geknatter nach allen Richtungen hin hervorschnellen“ (Hildebrand). Sehr schön zeigt sich auch hier, daß es keineswegs gleichgültig ist, wie die Fruchtstiele zur Reifezeit gestellt sind. Zur Blüthezeit ist der Stiel aufrecht; nach dem Abblühen krümmt sich der Blüthenstiel derart, daß die langsam heranreifende Frucht gegen die Erde schaut. In dieser Lage verharrt die Kapsel bis zur Reife der Samen, um sich dann wieder gerade aufzurichten und nun die Samen zu entlassen. Diese Ein-

richtung dient in hohem Grade dem möglichst großen Spielraum der Samenverschleuderung denn bei nickender Stellung der Kapsel müßten manche Samen an die benachbarten Blätter geschleudert werden und somit in der Nähe zur Ruhe gelangen, während bei aufrechter Stellung des Fruchtstieles die Samen ziemlich hoch über den Blättern zur schleuderartigen Ausladung gelangen und also weithin abseits vom Standorte der Mutterpflanze geschnellt werden.

2. Die Schleuder-Bewegung bei der Samen-Aussaat der gelben Wolfsbohne. (Lupinus luteus L.)

Auch bei manchen Schmetterlingsblüthigen (Papilionaceen) findet bei der Samenaussaat ein Wegschleudern der einzelnen Samen statt. Aber diese Bewegungen sind nicht eine Auslösung von Spannungsverhältnissen lebender, saftiger Gewebe, wie wir dies bei der wilden Balsamine gesehen haben, sondern plötzlich eintretende Spannungsausgleiche an den ausgetrockneten todten Geweben der Fruchthülse. Ein schönes Beispiel liefert uns die gelbe Wolfsbohne (Lupinus luteus), ein in Südeuropa einheimisches Gewächs, das vielerorts in Europa auf sandigen Feldern kultivirt und als Viehfutter verwendet wird. Die Hülse (Fig. 101) hat nach Hildebrand's Mittheilungen eine fast horizontale Stellung und ist mit der im Innern die Samen tragenden Bauchseite dauernd nach Oben, also mit dem Rücken nach Unten gerichtet. Zur Zeit der Reife tritt nun plötzlich mit einem starken Ruck ein Riß der Länge der Bauchnath nach auf, worauf sogleich ein anderer an der Rückennath folgt, und dieser Ruck ist so stark, daß die lose angehefteten Samen unter Mitwirkung der zugleich stattfindenden Drehung der Klappen (Fig. 101), fast alle nach Oben und Außen, bis zu einer Entfernung von 10 Schritt fortgeschleudert werden. Gleich nach dem Aufspringen fangen die Klappen der Hülse, wie schon bemerkt, an, sich korkzieherartig aufzudrehen. Die Windungen werden dabei allmälig enger und enger, und wenn nun beim Aufspringen der Hülse noch einige Samen an den Klappen sitzen geblieben sein sollten (was übrigens in der Natur selten geschehen dürfte), so werden auch diese letzten Samen schließlich durch die enger werdenden Windungen mit einem Ruck weit hervorgeschnellt.



Fig. 101. Aufgesprungene Hülse der gelben Wolfsbohne (Lupinus luteus) vom Rücken aus gesehen. s s — weggeschleuderte Samen.

Aehnlich wie die gelbe Wolfsbohne verhalten sich auch andere Lupinus-Arten und die häufig als Zierpflanze gezogene wohlriechende Platterbse (Lathyrus odoratus).

Ueber die auffallenden Erscheinungen bei der Samenaussaat einer baumartigen Pflanze aus der Familie der Caesalpineen, wohin der in unsern Anlagen häufig zu treffende Judasbaum (Cercis Siliquastrum) gehört, berichtet Fritz Müller, der Bruder unseres deutschen Blumen-Philosophen, Folgendes: „Da hörte ich — schreibt derselbe in einem Briefe aus Itajahy vom 13. August 1870 an Prof. Hildebrand in Freiburg — am Abend, wo Frost befürchtet wurde, ein sonderbares Bombardement, ein rasch sich wiederholendes Knacken, als wenn dünnes Rohr im Feuer platzt, und dazwischen ein Geräusch, als würde mit einer Hand voll kleiner Steinchen in einen Baum geworfen. Es

waren zwei Bäume von **Bauhinia brasiliensis**, die ihre Samen ausstreuten; die aufspringenden Klappen der etwa 6 Zoll langen Hülsen rollen sich schraubenförmig auf und schleudern dabei die Samen bis über 20 Schritte weg." — —

Nach diesem durchaus zuverlässigen, aber fast abenteuerlich klingenden Berichte mögen die Bewohner der Inseln und Küsten des indischen und stillen Oceans Gott danken, daß wenigstens solche Schleuder-Bewegungen nicht auch der Cocosnuß-Palme zukommen. Wie manch Einem, der sich harmlos solcher Palme näherte, müßten bei ähnlichen Spring-bewegungen der mächtigen Baumfrüchte Hören und Sehen für immer vergehen!

Verwandte Schleuderbewegungen sind außer an genannten Pflanzen auch beim Gartenveilchen (Viola tricolor), bei verschiedenen Euphorbiaceen (Wolfsmilchgewächsen) z. B. bei Ricinus und Hura crepitans, bei Acanthus mollis — jener klassischen Pflanze, die als Modell für die korinthischen Kapitäle diente, — ferner bei Eschscholtzia california (einer beliebten Zierpflanze aus der Familie der Mohngewächse), bei verschiedenen Storchschnabelartigen, z. B. bei Erodium Gruinum und beim rothen Storchschnabel (Geranium sanguineum) beobachtet worden.

Mit schleuderartiger Bewegung werden auch die Samen mancher Kürbisgewächse entleert, wie ja schon der Name „Spritzgurke" andeutet. Bei manchen Haferarten werden die Früchte in Folge drehender Bewegungen der langen Grannen zum Springen veranlaßt.

Der Nutzen all dieser Schleuder-, Spritz- und Springbewegungen bei sich entleerenden reifen Früchten liegt auf der Hand. Während zahllose andere Pflanzen ihre reifen Samen mit besondern Flugorganen oder mit Stacheln, Haken, Klebstoffen ꝛc. ausstatten, um sie auf den Flügeln des Windes, oder am Haarkleid der Thiere, oder am Schnabel der beerenfressenden Vögel nach allen Richtungen vertragen zu lassen, sind die obengenannten Pflanzen in der Ausstattung des einzelnen Samens ökonomischer zu Werk gegangen. Dafür besorgt die mütterliche Pflanze selbst die nothwendige Aussaat in's Weite. Sterbend wendet sie ihre letzte lebendige Kraft dazu an, ihre eigenen Kinder, d. h. die in den reifen Samen verborgenen Keimpflänzchen sammt ihren Umhüllungen hinauszuwerfen auf das Feld des Daseinkampfes, wo sie — fernab von der Mutter — eher gedeihen, als in nächster Nähe der letzteren. Indem die Mutter ihre Kinder von sich weist, sorgt sie hier am besten für ihr Wohlergehen.

3. Schleuderbewegungen bei der Sporen-Aussaat des männlichen Schildfarn.
(Aspidium Filix mas.)

Die Farnkräuter bilden nicht eigentliche Samen, sondern mikroskopisch-kleine, einzellige Körperchen, die man Sporen nennt und aus denen beim Keimen neue Pflänzchen hervorgehen, die also, wie die Samen der Blüthenpflanzen, Fortpflanzungs-Organe darstellen. Bei den meisten unserer einheimischen Farne entstehen die Sporen in kleinen Kapseln, sogenannten Sporangien, die an gewissen Stellen auf der Unterseite der prächtig gefiederten Blätter meist in gesetzmäßige Gruppen, in Häufchen (Sori) angeordnet erscheinen. Bei unserem männlichen Schildfarn, einem der häufigsten unserer Wälder, sind diese Sporangienhäufchen auf der Blattunterseite sehr zahlreich und besitzen dieselben einen kreisrunden Umriß. Jedes Fruchthäufchen (Sorus) ist im unreifen Zustand von einem

schildförmigen dünnen Häutchen, dem sogen. Schleierchen (Indusium) bedeckt (Fig. 102). Das dünnhäutige Schleierchen (d Fig. 102) schrumpft zur Zeit der Sporangienreife so zusammen, daß die 70 oder mehr gestielten Sporangien (Fig. 102, g) eines jeden Fruchthäufchens dann entblößt liegen. In diesem Zustande erscheint dann das fruktificirende Farnblatt auf der Unterseite dunkelbraun punktirt. Schneiden wir ein solches Blatt frisch von der lebenden Pflanze und legen dasselbe auf einen Bogen Papier, so daß die Blattunterseite der Papierfläche zugekehrt erscheint, so entleeren sich die zahlreichen Sporangien beim Austrocknen des Blattes und schleudern die 90—100 Millionen Sporen als dunkelbraunen Staub auf die weiße Papierfläche.

Schneiden wir mit einem scharfen Messer vorsichtig einige der gestielten, noch nicht entleerten, aber reifen Kapseln vom feuchten Blatt und bringen sie — in trockener Zimmerluft — unter das Mikroskop, so beobachten wir alle Vorgänge der Sporen-Entleerung mit Leichtigkeit und überzeugen uns bald

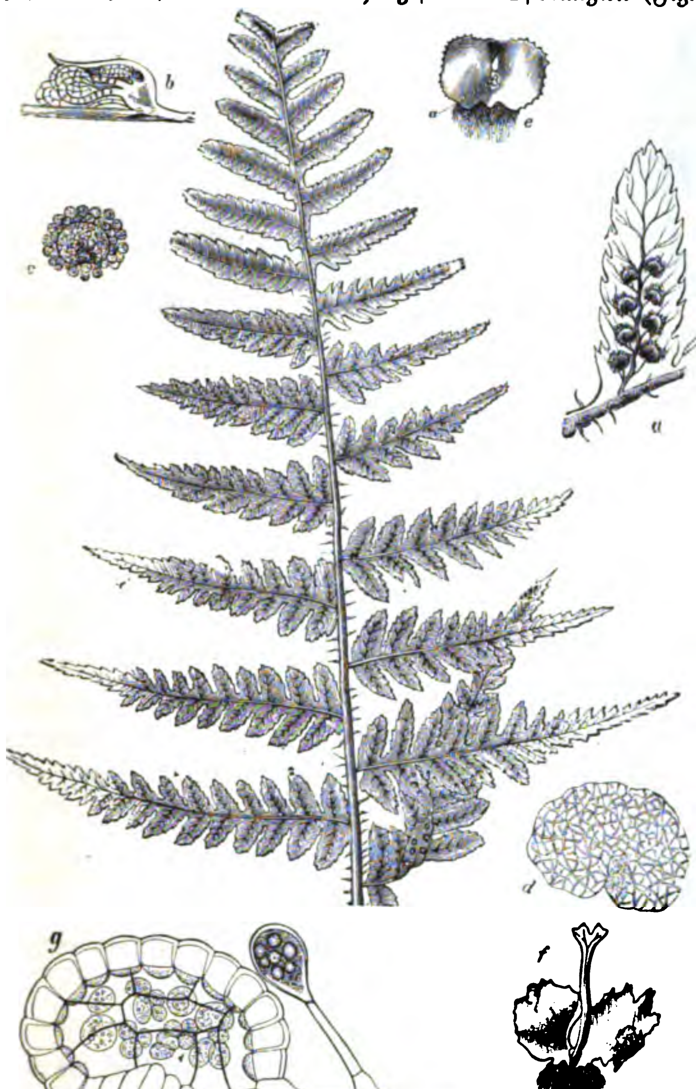


Fig. 102. Der männliche Schildfarn (Aspidium Filix mas). In der Mitte das obere Stück eines fruchtbaren Blattes von Oben gesehen, in natürlicher Größe. a — ein einzelnes Fiederblättchen vergrößert, von Unten gesehen, mit 8 von schildförmigen Schleierchen bedeckten Fruchthäufchen (Sori). b — ein Fruchthäufchen, Sorus, von der Seite gesehen, vergrößert. c — ein Fruchthäufchen von Oben gesehen, mit dem Schleierchen bedeckt, an dessen Rand die zahlreichen Sporangien hervortreten. d — Schleierchen, stärker vergrößert, von Oben gesehen. e — ein aus einer Spore hervorgegangenes, geschlechtliches Pflänzchen. f — Dasselbe in einem späteren Stadium mit dem, in Folge der Befruchtung entstandenen jungen Farnpflänzchen. g — eine noch junge Sporenkapsel (Sporangium), stärker vergrößert.

von der wunderlichen Schleuderbewegung, welche am zerreißenden Sporangium wahrzunehmen ist.

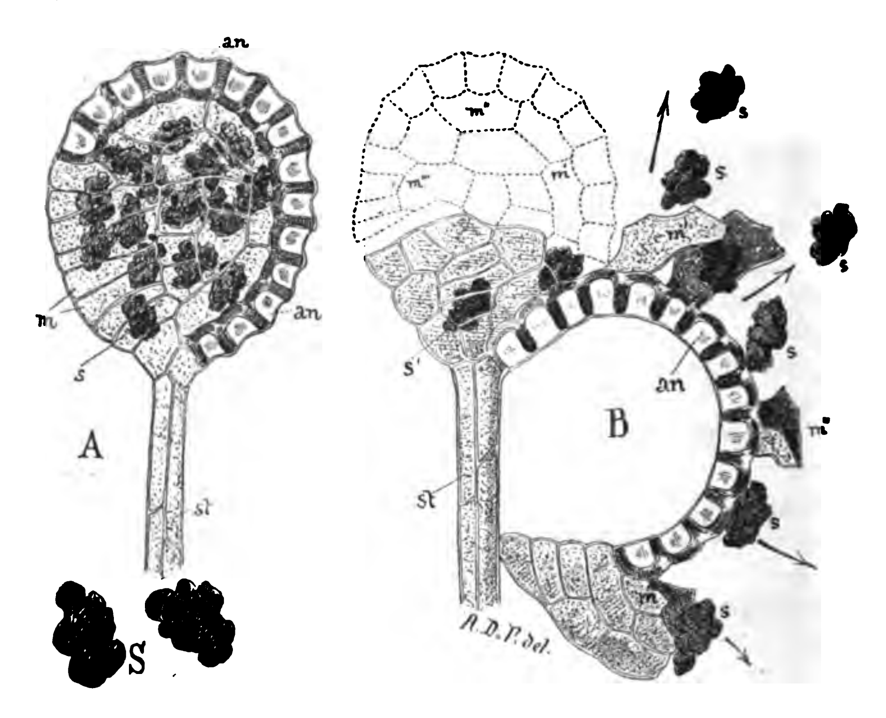


Fig. 103. A — Ein geschlossenes, reifes Sporangium mit den warzig verdickten Sporen (um der Deutlichkeit der Figur keinen Eintrag zu thun, sind nicht alle 64 Sporen gezeichnet worden). an — der Ring. m — die übrigen, zartwandigen Zellen der Kapselwand. B — Darstellung eines geöffneten, reifen Sporangiums in dem Moment, wo der obere, abgehobene Theil m''' der Kapselwand an dem Sporangiumstiel anstößt und der Ring sich anschickt, plötzlich wieder umzubiegen und in die alte, durch punktirte Linien angedeutete Lage zurückzukehren. s s s — die an den zerrissenen Wandzellen und am Ring haftenden Sporen, welche beim plötzlichen Umbiegen des Ringes in der Richtung der Pfeile mit Gewalt fortgeschleudert werden. s' — in der Basis der Kapsel liegen bleibende Spore. m m' m'' m''' — die zarten Wandzellen der Kapsel. (Nach Dodel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen).

Jedes Sporangium besteht aus dem Stiel (st Fig. 103) und dem oberen, sporenbildenden eigentlichen Kapseltheil. Letzterer besitzt eine vielzellige Wand, welche den Inhalt — die 64 Sporen (s Fig. 103). einschließt. Die Wand selbst besteht aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen: dem Ring (an Fig. 103) und dem großzelligen, zartwandigen Theil m m, der beim Oeffnen des Sporangiums zerrissen wird.

Der Ring (Annulus) besteht aus einer einzigen Reihe kleiner Zellen, deren Wände zur Zeit der Reife ungleich stark verdickt sind. Er reicht vom Stiel an auf der einen Seite des eiförmigen Sporangiums bis zum Scheitel aufsteigend, auf der andern Seite nicht völlig halbwärts hinunter. Der Ring ist also ein unvollständiger; aber er öffnet sich mit nicht minderer Präcision als ein aus gerader Stahllamelle mit Gewalt vollständig geschlossener Reif, wenn wir diesen an irgend einer Stelle durchsägen. Beim Oeffnen der Sporangien spielt aber jener Ring die Hauptrolle. Er ist bestrebt, in Folge [illegible] abgabe beim allmäligen Austrocknen der Sporenkapsel sich erst in eine gerade

Linie auszudehnen und hernach gleich in umgekehrter Krümmung sich rückwärts zu biegen. In Folge der steigenden Spannung, welcher die zartwandigen übrigen Kapselwand-Zellen nicht zu widerstehen vermögen, zerreißt die Sporangiumwand durch einen Querriß, welcher senkrecht auf der Ring-Ebene steht. Der Ring selbst biegt sich nun rasch derart, daß er gerade die umgekehrte Krümmung annimmt, wobei die ursprünglich an den Sporenraum grenzenden Zellwände nach Außen zu liegen kommen (Fig. 103 m′ m″ m‴) und der obere Theil der Kapselwandung m‴, einen Halbkreis beschreibend, zuletzt am Sporangiumstiel st anstößt. Sobald dies geschehen ist, erfolgt nun wieder eine plötzliche Contraction und Biegung des Ringes in umgekehrtem Sinne, wobei die sämmtlichen, nicht vorher schon abgefallenen, dem Ring und den zarten Wandzellen anliegenden Sporen mit Gewalt fortgeschleudert und nach verschiedenen Richtungen ausgestreut werden, was wir durch die Pfeile angedeutet haben. Schon bei der ersten Oeffnungsbewegung des Ringes, die in wenig Sekunden sich abspielt, wird der größte Theil der zerrissenen Kapsel entleert; vollständig vollzieht sich der Entleerungsprozeß aber erst bei der blitzschnellen Zurückschnellung des Ringes in seine ursprüngliche Lage, wobei nicht selten die ganze Kapsel vom Stiel abreißt und zu Boden fällt.

Man kann diese Oeffnungs- und Schleuderbewegungen der reifen Sporangien auch leicht beobachten, wenn man eine größere Zahl reifer Sporen-Kapseln vom Schildfarn in Wasser liegend unter das Mikroskop bringt. In diesem Falle öffnen sich die Sporangien nicht, da alle Wandzellen, auch diejenigen des Ringes, Wasser aufnehmen. Versetzen wir aber das feuchte Präparat nun mit einem wasserentziehenden Reagenz, z. B. einem Tropfen Glycerin, so treten an den nassen Objekten ganz dieselben Erscheinungen ein, wie wenn jene an der Luft austrocknen. In der durch Glycerin versüßten Flüssigkeit liegend, öffnen sich die Sporenkapseln langsam durch allmäliges Rückwärtskrümmen des Ringes und hierauf plötzlich eintretendes Zurückschnellen in seine alte Lage. Wenn mehrere Dutzend Sporenkapseln gleichzeitig im Gesichtsfeld liegen, so gewähren diese Oeffnungs- und Schleuderbewegungen unter dem Mikroskop ein höchst interessantes Schauspiel, wie wir wiederholt bei verschiedenen Farnen aus der Familie der Polypodiaceen beobachtet haben.

4. Die Schleuderbewegungen der Schachtelhalm-Sporen.

Den Anfängern und Dilettanten im Mikroskopiren gewähren die Schleuderbewegungen der reifen Sporen unserer Schachtelhalme ein besonderes Interesse, weil die Vorgänge hier sehr leicht, ohne jede schwierige Präparation unter dem Mikroskop beobachtet und beliebig wiederholt werden können.

Unsere Leser kennen verschiedene Repräsentanten aus der Klasse der Schachtelhalme (Equisetinen). Alle diese Gewächse besitzen einen zierlichen, ungemein regelmäßigen Bau. Der schlanke Halm der grünen, vegetativen Pflanze ist wirtelig verzweigt und trägt nur kleine, scheidenartige, gezähnte Blätter, welche die gegliederten Halme und Zweige in regelmäßigen Abständen rings umgeben. Am bekanntesten und weitverbreitetsten sind der Acker-Schachtelhalm (Equisetum arvense) und der großscheidige Schachtelhalm (Equisetum Telmateja), von denen der erstere in Deutschland und der Schweiz auf allen lehmigen Aeckern, an Straßenrändern und Gräben überall anzutreffen ist, während der großscheidige Schafthalm in lehmigen Sumpfwiesen, in feuchten Wäldern und an schattigen Bachufern seine fingerdicken weißgelben, oft zwei Meter hoch werdenden

schlanken Stengel mit den überhängenden Zweigwirteln zur Entwickelung bringt. Beide Arten zeigen das Eigenthümliche, daß sie im Frühjahr aus dem unterirdisch kriechenden Rhizom erst kurzstengelige, nicht-grüne, Sporangien tragende Triebe über die Erde senden, um erst die zahllosen Sporen auszustreuen und für die Fortpflanzung zu sorgen, ehe die grünen, vegetativen Sprosse, d. h. das, was die Landleute kurzweg Schafthalm, Zinnkraut oder „Katzenschwanz“ nennen, zum Vorschein kommen.

Wir haben in Fig. 104 A vom großscheidigen Schachtelhalm, Equisetum Telmateja, ein System vom Frühjahrssprossen dargestellt. Aus dem schief aufsteigenden Rhizom rh hat sich ein reproduktiver, nicht-grüner Sproß gebildet, der — ohne sich zu verzweigen — oben in eine Sporangien-Aehre sa endiget. Dieser Sproß besitzt einen cylindrischen, kurzgliederigen, gelblichen Stamm, der von nichtgrünen, großen Scheidenblättern fast ganz bedeckt erscheint. Erst wenn dieser Sproß nach der Entleerung der Sporen seine Mission erfüllt hat, entwickeln sich hernach auch rasch die Knospen ve ve zu den hochaufschießenden grünen, vegetativen, den ganzen Sommer andauernden oberirdischen Sprossen.

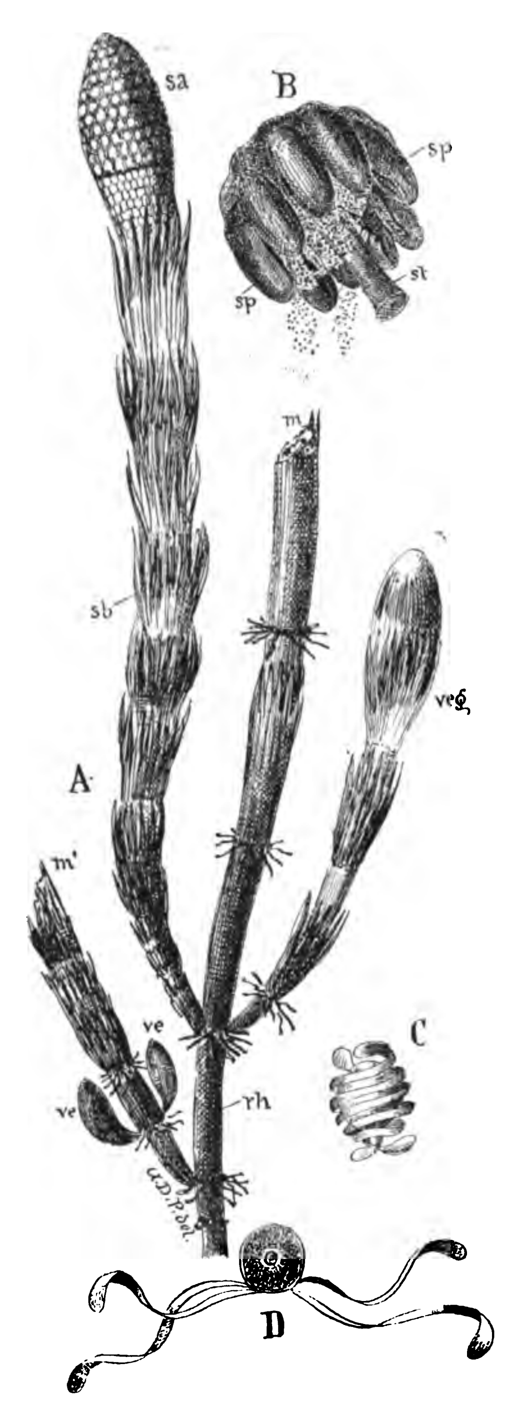


Fig. 104. Der großscheidige Schachtelhalm, Equisetum Telmateja, im fructifizirenden Zustande. A. rh — m — unterirdischer Rest eines vorjährigen Triebes, an dessen oberem Theile der fertile Sproß mit der Sporangien-Aehre sa und gegenüber demselben der vegetative Sproß veg zur Entwickelung gelangte. m' — Rest eines Seitensprosses vom vorigen Jahr, an welchem die beiden vegetativen Knospen ve ve sitzen und noch im Winterschla verharren. B. Ein schildförmiges Fruchtblatt mit dem Stiel st, dem Schild sch und den 10 Sporangien sp, schief von Innen, von der Aehrenspindel aus gesehen. C. Einzelne Spore mit den spiralig eingerollten Schleudern, von Außen gesehen. D. Dieselbe mit ausgebreiteten Schleudern, Sporenkörper im optischen Schnitte. (Nach Dodel-Port, Atlas der Botanik.)

Die Sporangien-Aehre sa besteht aus einer dicken Spindel, welche die Fortsetzung des Stammes bildet und aus zahlreichen kleinen, schildförmigen Blättern, die in Quirlen mit kurzem Stiele an der Spindel befestigt sind und an der jungen Aehre so dicht stehen, daß die schildförmigen Theile sich gegenseitig drücken nnd in dieser Zeit fast einen regelmäßig-sechseckigen Umriß besitzen. Erst wenn die Sporangien fast reif sind, so rücken die schildförmigen Blättchen der Aehre, in Folge nachträglichen Wachsens der Spindel, aus einander und runden ihren Umriß mehr und mehr ab.

In Fig. 104 B ist ein solches schildförmiges Blättchen, schief von Innen gesehen, perspektivisch dargestellt. Auf der Unterseite des schildförmigen Theiles sch finden sich ca. 10 sackartige Gebilde sp, welche kranzförmig den Stiel st des Schildblattes umgeben: es sind jene Säcke nichts Anderes als die Sporangien, d. h. die Behältnisse, in welchen die Hunderttausende keimfähiger Sporen einer Aehre zur Reife gelangen. Bei trockenem Wetter öffnen sich jene sackförmigen Sporangien sp sp durch Längsrisse, welche auf der dem Stiele st zugekehrten Seite entstehen, wie wir dies in B Fig. 104 dargestellt haben. Dasselbe geschieht, wenn wir eine reife Sporangienähre aus dem Freien in die trockene Zimmerluft bringen. Nachdem die Risse sich gebildet haben, treten die zahlreichen kugeligen Sporen aus den geöffneten Säcken, in kurzer Zeit sind alle Zwischenräume zwischen den Schildblättern einer sich entleerenden Aehre von einem blaß-bläulich-grünen, lockern und leichten Pulver erfüllt. Bringen wir von Letzterem eine kleine Portion auf einen trockenen Objektträger (ein Stück Fensterglas), so kann man mit unbewaffnetem Auge nichts wahrnehmen, als ein anscheinend formloses, durch den leisesten Windhauch in Bewegung gerathendes Pulver. Schieben wir das ganze Objekt nun ohne weitere Präparation unter das Mikroskop, so sehen wir — trockene Zimmerluft vorausgesetzt — die einzelnen kugeligen Sporen je mit zwei kreuzweise an einem Pol angehefteten Bändern ausgestattet, die in eleganten Krümmungen vom kugeligen Sporenkörper abstehen, wie wir es in Fig. 104 D dargestellt sehen. Wenn wir nun vorsichtig etwas feuchte Luft auf das Präparat hauchen, so ziehen sich jene gekrümmten Bänder, die sogen. E l a t e r e n oder S c h l e u d e r n, plötzlich zusammen und rollen sich auf den kugeligen Sporenkörper mehr oder weniger dicht auf (Fig. 104 C). Lassen wir nun wieder trockene Zimmerluft hinzutreten, so wickeln sich die Schraubenbänder wieder von den Sporen ab und breiten sich abermals wie in D aus. Dabei werden die Sporen hin und her bewegt. Das ganze Pulver scheint in eine lebendige Bewegung gerathen zu sein.

Hauchen wir abermals auf die Sporen, so folgt wiederum eine Contraction der Schleudern; wiederum rollen die Sporen nach verschiedenen Seiten und bei Zutritt trockener Luft tritt abermals unter wimmelnder Bewegung ein Ausstrecken der Schleudern ein. Wir können das Experiment hundert Mal wiederholen, und hundert Mal wird der Effekt derselbe sein, bis wir einmal zu ungestüm auf den Zauber blasen und dann alle die beflügelten Sporen durch den Wind vom glatten Glas weggetragen werden.

Es ist klar, daß derselbe Prozeß beim Anfeuchten und wiederholten Austrocknen der Schleudern auch in freier Natur stattfindet. Bei trockenem Windhauch, der über die sonnigen Fluren streicht, dienen die Schleudern der Equisetum-Sporen als Flugorgane und diese werden so lange als solche fungiren, bis die umherirrende Spore, die dem Spiel jedes Windstoßes preisgegeben ist, auf eine feuchte Unterlage gelangt, wo die Elateren (wie im flüssigen Wasser) sich einrollen, oder bis letztere durch irgend einen Zufall sich vom Sporenkörper ablösen. Diese wunderbar empfindliche Hygroskopicität,

kraft welcher die Schleudern der Schachtelhalmsporen auf die geringsten Feuchtigkeits-Schwankungen der Atmosphäre reagiren, gehört zu den lehrreichsten Anpassungen im Pflanzenreich. Die Sporen der Schafthalme keimen nur auf schattigfeuchten Standorten; gerathen sie aufs Trockene, so verlieren sie in kurzer Zeit ihre Keimfähigkeit. Darum erscheint die Ausstattung derselben mit hygroskopischen Schleudern als eine der nützlichsten Einrichtungen; auf trockener Unterlage harrt sie mit ausgebreiteten Flügeln des Windes, jeden Augenblick bereit, seinem Rufe zu folgen, um schließlich durch Zufall die geeignete Stelle zu finden, wo sie zu keimen im Stande ist.

5. Die Schleuderbewegung beim sternförmigen Kugelwurf-Pilz, Sphaerobolus stellatus.

Nicht allein bei der Aussaat von Farn- und Schachtelhalmsporen, sondern auch bei der Ausstreuung von Pilz- und Flechtensporen werden Schleuderbewegungen wahrgenommen. Eines der zierlichsten Beispiele dieser Art bietet der kleine Kugelwurfpilz (Sphaerobolus stellatus).

Er ist in Europa ziemlich allgemein verbreitet und findet sich hauptsächlich auf todten, modernden, abgefallenen Zweigen von Holzgewächsen, woselbst sich gerne auch andere Pilze, sowie Moose und Flechten einzufinden pflegen, Fig. 105. Er erscheint im Anfang als ein kleines Kügelchen, welches dicht auf der Unterlage, dem morschen Holze, aufsitzt und ungefähr senfkorngroß ca. 1½ Millimeter

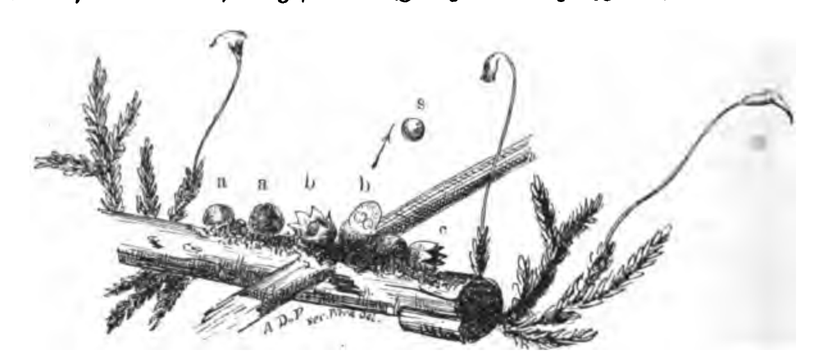


Fig. 105. Sphaerobolus stellatus in verschiedenen Stadien der Entwicklung. a a — geschlossene Pilze. b b — offene Becher, welche die Sporangien noch enthalten; c — nach der Ausschleuderung des Sporangiums s; der umgestülpte Schlauch, sowie der Becherrest sind mit ihren Zähnen verbunden. (Nach Pitra, etwas vergrößert).

Durchmesser erreicht. Wenn der Pilz reif ist, so öffnet sich die kleine Kugel am Scheitel durch sternförmig angeordnete Risse und aus der gezähnten, becherartig sich ausweitenden Hülle (b b Fig. 105) wird ein kugeliger Körper, das Sporangium (s) mit Gewalt herausgeschleudert, um — weithin weggeworfen — vermöge seiner klebrigen Oberfläche an festen Körpern festhaften zu bleiben. Die dicke, becherartig sich öffnende Wand des Pilzkörpers besteht aus mehreren ungleich differenzirten Schichten, von denen sich die inneren zwei von den äußeren lostrennen und in Form eines plötzlich aus dem Becher vorgestülpten Sackes nach Außen treten, wobei das senfkorngroße Sporangium s vor dem Sacke hergeschleudert wird (c Fig. 105). Nicht allein die Schwankungen in den Feuchtigkeitsgraden der Unterlage und der umgebenden Atmosphäre bedingen die explosionsartige Entleerung des Pilzkörpers, sondern es kann letztere auch durch künstliche Eingriffe, durch Berührung, Stoß und Druck hervorgerufen werden.

Aehnliche Schleuderbewegungen wurden auch an andern Pilzen, namentlich an solchen aus der Gattung Geaster beobachtet.

6. Die Schleuderbewegung beim Abwerfen des Sporangiums von Pilobolus cristallinus.

Bei feuchtem Wetter trifft man nicht selten auf unberührt gebliebenem Koth von Pferden und Rindern ganze Colonieen krystallinisch glänzender Pilzkörperchen, welche das Aussehen kleiner Stecknadelknöpfchen besitzen und, auf kurzen Stielen stehend, dem sonst ekelhaften Gegenstand der Unterlage einen anziehenden, geheimnißvollen Zauber verleihen. Wenn der naturfreundliche Leser sich das Vergnügen verschaffen will, diese wunderlichen Pilzkörper im trockenen Zimmer und in möglichst appetitlicher Umgebung zu studiren, so darf er nur einen Ball frisch gefallenen Pferdemistes unter einer gläsernen Käseglocke auf sauberem Porcellanteller placiren und dafür Sorge tragen, daß das „köstliche" Präparat nicht austrocknet, sondern immer feucht und gegen Berührung gesichert bleibt. Unter zahllosen andern lebensfähigen Pilzkeimen finden sich im frischen Pferdemist auch Sporen von Pilobolus cristallinus, einem Schimmelpilz aus der Gruppe der Mucorineen (Knopfschimmel), wie sie sich häufig auf feuchtem Brod, Kleister und andern Nahrungsmitteln einfinden. Läßt man das unsaubere Objekt etliche Tage unberührt stehen, so bedeckt sich der Pferdemist alsbald mit verschiedenen Pilzformen, gewöhnlich zuerst mit schimmelartigen Ueberzügen; gelegentlich treten sogar kleine Hutpilze auf; in der Regel findet sich nach mehreren Tagen auch der zierliche krystallglänzende Pilobolus mit seinen Schleuderfrüchten ein, deren Thätigkeit dem Ohr und dem Auge manche Ueberraschung zu Theil werden läßt (Fig. 106).

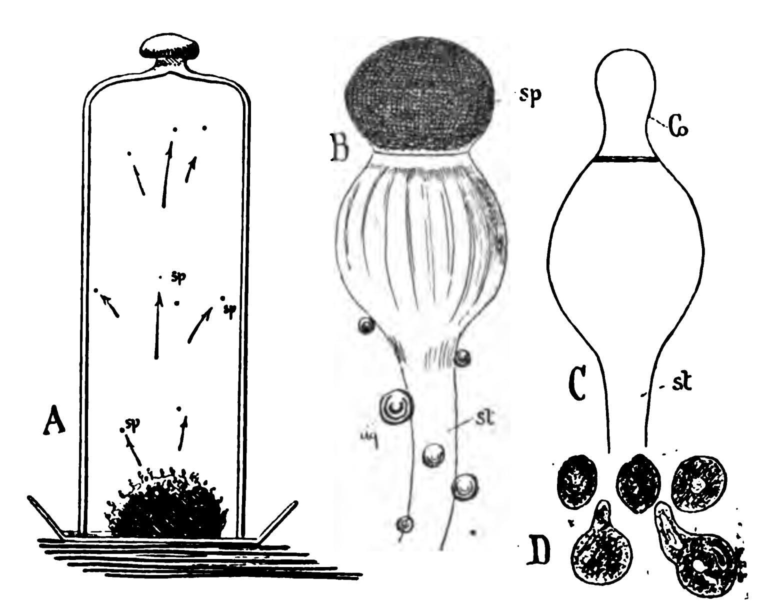


Fig. 106. Pillenwurfpilz (Pilobolus cristallinus). A — Eine Pilobolus-Kultur unter der Glasglocke. B — Ein fast reifes Sporangium sp auf dem Stiele st. C — Der Stiel des Sporangiums mit der Columella Co. D — Keimende Sporen (B C und D nach J. Klein, stark vergrößert).

Der Pilz führt zuerst ein unsichtbares Leben: im Nähr-Substrat selbst wuchern zahlreiche, vielfach verzweigte, mikroskopisch feine Fäden, die im Zusammenhang als Ganzes den vegetativen Theil des Pilzes, das sogen. Mycelium darstellen. Hat dieses letztere (im Pferdemist verborgen) eine gewisse Entwickelung erreicht, so schwellen an gewissen Stellen die Aeste stark an und es sammeln sich dort, in den angeschwollenen Mycelpartieen,

die Bildungsstoffe für die Fruktifikations-Organe, für die Sporangien. Letztere entstehen aus schlauchartigen Aesten, die sich über das Substrat erheben und in kurzer Zeit am oberen Ende kugelig anschwellen. Diese kugeligen Anschwellungen werden später zu den schwarzen Sporangien (sp Fig. 106 B).

Das einzelne Sporangium (sp) wird durch eine Querwand gegen seinen Träger oder Stiel st abgegrenzt. Der letztere schwillt nun in Folge fortgesetzten Wachsthums und andauernder Wasserzufuhr von Unten her dicht unter dem Sporangium selbst kopfartig an, indeß auch die Scheidewand zwischen ihm und dem Sporangium ausgedehnt und kegelförmig gegen das Innere des Sporangiumraumes vorgestülpt wird, um wie bei anderen Mucorineen die sogen. Columella (das Säulchen) Co in Fig. 106 C darzustellen. Der reife Sporangiumträger st erscheint im ausgebildeten Zustande dem freien Auge wie ein wasserhelles Bläschen, das, nach Unten sich verjüngend, in den meist deutlich gesonderten schlanken, mehr oder weniger langen Stiel übergeht. Das Sporangiumköpfchen sp selbst erscheint in jungem Zustand röthlich gefärbt, nach und nach nimmt aber seine Membran eine blauschwarze Färbung an, indeß sich im Innenraum die zahlreichen Pilobolus-Sporen bilden. Stiel und kopfartig angeschwollener Sporangiumträger sind außen von zahlreichen kleinen und größeren Wassertröpfchen besetzt, die unter dem Mikroskop wie Krystallglaskügelchen funkeln und dem ganzen Gebilde einen fast zauberhaften Reiz verleihen.

Im reifen Zustand sind die sämmtlichen im Sporangium liegenden Sporen zusammen von einer sackartig abschließenden, farblosen Hülle umgeben, das Ganze wird von der schwarzen Sporangiumwand kappenartig bedeckt. Durch fortdauernde Wasserzufuhr von Unten her wird der Sporangiumträger immer strotzender. Es bilden sich zwischen ihm und dem, seinem kopfartigen Scheitel aufsitzenden Sporangium Spannungsverhältnisse, die schließlich mit einem plötzlichen Abschleudern des ganzen schwarzen Sporangiums sammt der Columella Co endiget. Diese Schleuderbewegung ist eine blitzschnelle und so ausgiebig starke, daß die von der sackartigen Hülle umgebenen Sporenmassen sammt Columella nicht selten meterhoch (bis 105 Centimeter) fortgeschleudert werden, wobei aus dem obern Ende des bisher so sehr strotzenden Sporangiumträgers ein Quantum der Inhaltsflüssigkeit ausgespritzt wird, während der Träger sich kontrahirt.

Das Fortschleudern der Sporangien geschieht mit solcher Kraft, daß Glasplatten, welche man zum Aufschlagen der abgeschleuderten Massen hindernd in den Weg stellt, beim Anschlagen einen leichten Ton von sich geben. In dem Moment, wo der Träger durchreißt, hört man auch ein schwaches knisterndes Geräusch. Stülpt man über die ganze, in voller Thätigkeit stehende Pilobolus-Kultur eine Glasglocke, so kann man leicht, — namentlich am Morgen zwischen 8—10 Uhr — von Zeit zu Zeit das Anschlagen der weggeschleuderten Sporenmassen an der Glasglocke wahrnehmen. Die schwarzen Sporangien bleiben dabei auf der Innenwand der Glocke haften, so daß sie vom bloßen Auge leicht als schwarze Punkte wahrzunehmen sind.

Es leuchtet ein, daß die auf solche Weise fernab geschleuderten Sporen gelegentlich auf frisches Nährsubstrat und dabei zur Keimung gelangen, während sie am Standort der Mutterpflanze — im alten Pferdemist — nicht keimen würden. Auch hier sorgt die Mutterpflanze am besten für ihre Nachkommen, indem sie die Keime zu letzteren weit von sich wirft.

7. Die Schleuderbewegung beim Entleeren der Sporen von Schlauchpilzen und Flechten.

Bei manchen Schlauchpilzen und Flechtenfrüchten werden die im Innern von keulig angeschwollenen Schläuchen gebildeten Sporen mit Gewalt aus den am Scheitel platzenden Mutterzellen herausgeschleudert.

Ein Beispiel dieser Art finden wir im orange-gelben Schüsselpilz (Peziza aurantia), dessen schüssel- und tellerförmige Fruchtkörper im Monat September nicht selten in schattigen Wäldern angetroffen werden. Fig. 107 A zeigt uns einige nach dem Leben gezeichnete Pilze dieser Art in natürlicher Größe. Die dem Licht zugekehrte Ober- oder Innenfläche der scheiben- oder schüsselförmigen Fruchtkörper ist tief orangegelb gefärbt und wachsglänzend. Machen wir einen senkrechten Schnitt (Fig 107 B), so erkennen wir auf der Schnittfläche verschieden differenzirte Schichten, von denen uns die an die Oberfläche grenzende, aus parallel verlaufenden fädigen und schlauchförmigen Zellen bestehende Fruchtschicht oder Hymenialschicht h im vorliegenden Falle am meisten interessirt.

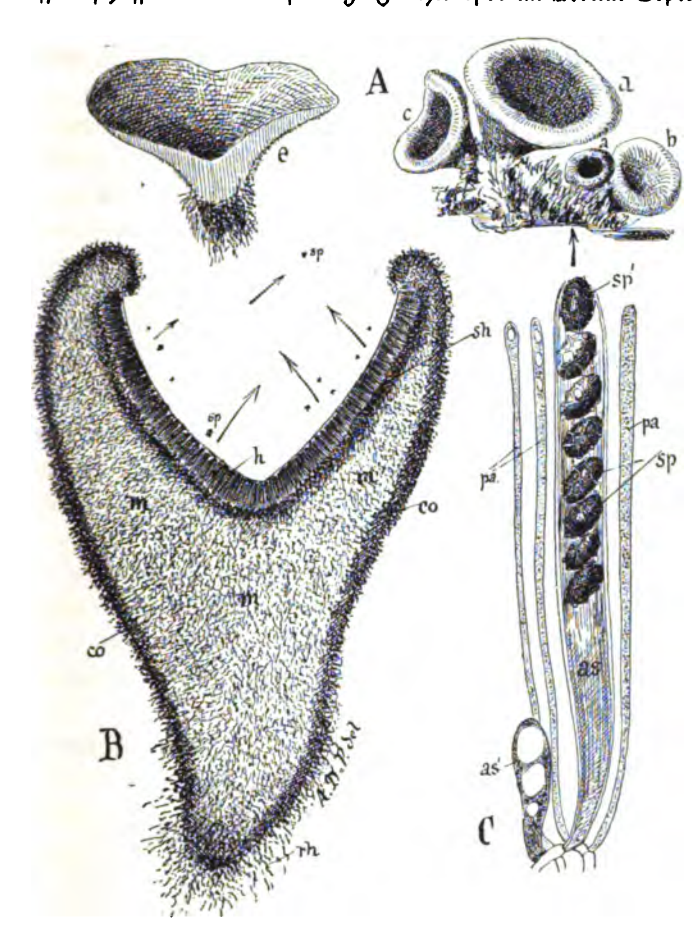


Fig. 107. Der orangegelbe Schüsselpilz, Peziza aurantia. A. a b c d e — Verschieden große, reife Fruchtkörper. B. Senkrechter Längsschnitt durch einen reifen Fruchtkörper, vergrößert. Aus der Hymenialschicht werden die reifen Sporen fortgescheudert. C. Ein einzelner, noch nicht entleerter Schlauch as mit seinen acht reifen Sporen. (Nach Dobel-Port, Atlas der Botanik.)

Bei starker Vergrößerung erkennen wir leicht die zweierlei Elemente, aus denen die dichte Hymenialschicht aufgebaut ist: die feinen fädigen Röhrchen (pa bei C), welche kleine gelbe Körnchen, aber keine Sporen enthalten, und die man Paraphysen genannt hat, sowie die dickern, keulig angeschwollenen Schläuche oder Asci (as bei C), welche keine gelben Körnchen, dafür aber jeweilen 8 Sporen (sp) enthalten.

Die Paraphysen und Sporenschläuche enthalten außer den genannten Inhaltsbestandtheilen reichlich Wasser. Sind die Sporen reif, so gruppiren sie sich in einer

Reihe nahe am Scheitel des Ascus (C Fig. 107). Die Schlauchwand ist elastisch und dehnt sich längere Zeit in Folge des Wasserzuflusses, der von Innen aus einen stets steigernden Druck auf die Schlauchwand ausübt. An ganz reifen Fruchtkörpern des Pilzes ragen schließlich die reifen Sporenschläuche etwas über die Hymenialfläche empor. Bei fortdauernder Wasserzufuhr steigert sich der Druck von Innen aus in solchem Grade, daß die elastische Schlauchwand nicht mehr zu widerstehen vermag und daher am Scheitel platzt. Nun zieht sich die vorher gedehnte Wand des Schlauches plötzlich zusammen, wobei der dem Schlauchscheitel zunächst liegende Theil, eben die 8 reifen Sporen mit der sie umgebenden Flüssigkeit, in Form eines Klümpchens plötzlich herausgeschleudert wird (sp, sp in B Fig. 107). Wenn zu gleicher Zeit sich viele Schläuche entleeren, so macht es den Eindruck, als stäube der Pilz an seiner Oberfläche.

Man kann übrigens diese spritzende Entleerung der Schläuche direkt beobachten, wenn man Längsschnitte von frischen, reifen Peziza-Fruchtkörpern rasch in einem Tropfen Wasser unter das Mikroskop bringt. Bei frischen Schnitten von Peziza aurantia dauert die Ausspritzung der reifen Sporen ziemlich lange fort. Nach einer Stunde findet man zahlreiche reife Sporen in einen Streifen angeordnet, der etwas vom Rand der Hymenialfläche entfernt absteht und mit der Schnittkante parallel auf dem Objektträger verläuft. Alle diese Sporen haben sich in dieser kurzen Zeit auf obige Weise aus den im Wasser stark anschwellenden Schläuchen entleert. In reifenden Fruchtschichten von Peziza, vielleicht von allen Scheibenpilzen dieser Familie, werden fortwährend einige Schläuche successive entleert. Befindet sich der Pilz in abgeschlossener feuchter Luft, so findet man auf einer über oder neben der Fruchtschichte angebrachten Glasplatte nach kurzer Zeit einzelne Sporen, meist zu 8 in einem Flüssigkeitstropfen liegend, und allmälig wird die Platte immer dichter mit Sporen belegt.

Es leuchtet ein, daß auch hier die Schleuderbewegung großen Nutzen gewährt. Bei Peziza bilden sich zur Zeit, da sich reife Schläuche entleeren, immer wieder neue Sporenschläuche und neue Sporen in demselben Hymenium und zwar viele Tage hindurch. Würden die reifen Sporen nicht vorweg entfernt, so müßte sich schließlich das ganze Hymenium mit einer dichten Lage reifer Keimzellen bedecken, die hier nicht zu keimen vermöchten. Durch das Wegschleudern gelangen sie unter günstigere Verhältnisse, ähnlich den fortgeschleuderten Samen höherer Pflanzen.

8. Die Schleuderbewegung der Staubfäden bei den Nessel-Gewächsen.

In der Familie der Nesselgewächse gibt es Pflanzen, bei welchen die Blüthenstaubkörner in Folge einer plötzlichen Schleuderbewegung des Staubfadens unter explosionsartigen Erscheinungen aus den reifen Antheren entleert werden. Die Staubfäden sind bei der nicht-geöffneten Blüthe nach Innen gekrümmt, (A Fig. 108), so daß der Staubbeutel mit seiner Vorderseite gegen die Basis des Staubfadens, mit der Hinterseite gegen den Fruchtknoten gepreßt ist; wo letzterer fehlt, da sind die Staubbeutel gegen einander gepreßt. Der Staubfaden (fi) strebt jedoch vermöge der in ihm bestehenden Spannung, sich gerade zu strecken, und schnellt deßhalb, wenn die Hemmung überwunden ist, wie eine zusammengebogene Feder (in der Richtung des Pfeiles bei A Fig 108) plötzlich in die angestrebte Lage, wobei aus den zugleich sich öffnenden Staubbeuteln der Pollen weggeschleudert wird. Bei jener Einkrümmung des Filamentes fi, wie sie im Knospenzustand existirt, wird namentlich die Vorder- oder Innenseite des Staubfadentheiles zusammen-

gedrückt. Damit aber das Filament sich nicht gleich während des Heranreifens der Blüthenknospe gerade strecken kann, wird der gekrümmte Staubfadentheil zwischen Blüthenhüllblätter und Fruchtknoten eingeklemmt. Diese Hemmung verschwindet beim Oeffnen der Blüthe und da folgen dann eben jene explosionsartigen Entleerungen der Staubfächer, wie sie fast allen Nesselgewächsen eigen ist. Man kann auch durch einen künstlichen Eingriff diese Vorgänge beschleunigen. Bekannt ist das Verhalten von Parietaria-Arten, die zur Zeit der Blüthe wie in langandauerndem Rottenfeuer ihre Staubblätter explodiren lassen, sobald man die ganze Pflanze plötzlich in Wasser taucht und wieder herauszieht. Hiebei werden bald da, bald dort von der lebenden Pflanze kleine Staubwölkchen an die Luft abgegeben, welche nichts Anderes darstellen, als die trockenen Pollenkörner der bald hier, bald dort explodirenden Staubblätter.

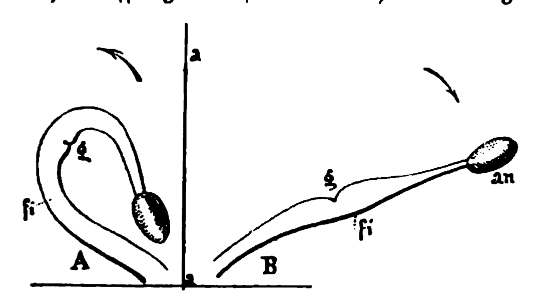


Fig. 108. Die Schleuderbewegung der Staubfäden in der Blüthe von Parietaria. a a — Blüthenaxe. fi fi — Filamente. an — Antheren. g g — Gelenkpolster. A — Staubfadenlage in der Knospe. B — Staubfadenlage in der offenen Blüthe. Nach N. J. C. Müller.

9. Die Schleuderbewegungen der Staubfäden von Kalmia latifolia.

Diesen Fall haben wir schon im Kapitel von der „Liebe der Blumen" auf pag. 223 bis 225 besprochen und durch eine Figur (53) illustrirt. Ich bitte den Leser, die dortigen Ausführungen nachzusehen und beschränke mich hier darauf, den Unterschied in der „Zielstrebigkeit" der beiderlei Schleuder-Erscheinungen zu signalisiren. Bei Parietaria erecta, bei Pilea muscosa und andern Urticeen (Nesselgewächsen) wird der durch die Explosion der Staubblätter frei werdende Pollen an die Luft abgegeben, um gelegentlich vom Wind oder von der Schwerkraft auf die Narben von weiblichen Blüthen getragen zu werden und dort die Befruchtung zu vollziehen. Bei Kalmia latifolia dient dagegen die Schleuderbewegung der Filamente einer in bestimmter Richtung vor sich gehenden Entleerung des trockenen Blüthenstaubes. Es sind hier besonders größere, honigsuchende Insekten, welche in der offenen Blüthe die passiv ausgespannten, elastischen Staubfäden aus ihrer Zwangslage befreien sollen und diese gleichen Insekten werden zum Dank für ihre Mühe kräftig mit Pollen eingepudert, derart, daß sie — von Blume zu Blume vagirend — in der Folge überall Fremdbestäubung vollziehen können. Der Pollen wird also bei der breitblättrigen Kalmia nicht etwa „in der Absicht gegen die Blüthenmitte geschleudert, damit er dort die empfängnißfähige Narbe bestäube", sondern er erreicht seine „Bestimmung" viel besser, wenn er den fremden Insektenkörper einpudert, von welch' letzterem er erst in Folge der Wanderungen des Honignäschers an die rechte Stelle, auf die Narbe einer andern Blüthe abgestreift wird. Die Nesselgewächse sind typische Windblüthler: Kalmia latifolia ist eine typische Insektenblume.

10. Bewegungen während des Oeffnens von Staubbeuteln, Trockenfrüchten, Sporangien, Antheridien und Archegonien, Moosfrüchten 2c.

Wir haben oben in den 9 vorhergehenden Nummern nur einige wenige der auffallendsten Bewegungen, die wir schleudernde nannten, besprochen. Es gibt aber noch zahllose Fälle, wo sich saftige oder auch austrocknende Behältnisse von Samen, Sporen, Schwärmsporen, Spermatozoiden und Eizellen in ähnlicher, nur nicht so auffälliger, nicht in so rapider Weise öffnen, um ihrem Inhalt Austritt zu gestatten. Wir erinnern an die aufspringenden trockenen Kapselfrüchte, z. B. des Stechapfels, der Herbstzeitlose, der Nelken und Lichtnelken, ferner an das Oeffnen der Moosfrüchte, die sich meist durch Abwerfen eines Deckels ihres Inhaltes entledigen, sowie an die männlichen Geschlechtsorgane der Armleuchtergewächse (Characeen), der Moose, Farne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse, an das Oeffnen der Eibehälter bei den Fucaceen (Ledertangen), endlich an die Behälter von Schwärmsporen bei vielen Algen und Pilzen, wie wir z. B. bei der Kraushaar-Alge pag. 121 ff. Fig. 23, 24 und 25 einen glänzenden Fall kennen gelernt haben. Es ist ohne Weiteres einleuchtend, daß wir nicht ins Detail dieser zahllosen Fälle eintreten können. Die oben behandelten Fälle müssen genügen.

E. Bewegungs-Erscheinungen an todten hygroskopischen Pflanzen-Organen.

Die Rose von Jericho, Marienrose, Jerusalemsrose (Anastatica hierochuntica).

Wenn wir hier die von Sagen und Aberglaube umrankte Rose von Jericho zur Sprache bringen, so geschieht es aus mehreren Gründen. Einmal besitzt die Leiche dieser eigenthümlichen Pflanze hygroskopische Eigenschaften, kraft welcher jene in der That Bewegungen ausführt, die etwelches wissenschaftliche Interesse beanspruchen. Dann ist diese Pflanze — obschon nicht auf europäischen Gefilden wachsend — dem Namen nach so weit herum bekannt, daß es sich wohl der Mühe lohnt, sie im „illustrirten Pflanzenleben" zur Sprache zu bringen. Die Wenigsten, welche von der Rose Jericho's reden gehört, ohne sie gesehen zu haben, dürften von ihr eine richtige Vorstellung besitzen, geschah es doch, daß man verschiedene andere Pflanzen irrthümlich mit diesem Namen belegte und ebenso irrthümlich dieselben in Sagen hüllte, welche ihnen gar nicht zukommen. Dann ist auch zu zeigen, wie leicht sich der Aberglaube aller jener Dinge und Erscheinungen bemächtigte, denen in irgend welcher Hinsicht eine auffallende Eigenschaft, etwas „Wunderliches" anhaftet, während doch Alles, was auf unserem Erdenrund geschah, seit Anbeginn der Zeiten geschah und heute noch geschieht, mit natürlichen Dingen zuging und sich heute noch nicht minder natürlich zuträgt, als zu jenen fernen Zeiten, da „Propheten" und „Wundermänner" den Orient und das Abendland durchstreiften, um „Uebernatürliches" auf ganz natürliche Weise zu bewirken.

Die Rose von Jericho, Marienrose oder Jerusalemsrose, ist eine kleine, einjährige Pflanze, welche in die Familie der Cruciferen (Kreuzblüthigen), also in die Verwandtschaft des Rettigs, des Senfes und des Kohls gehört. Sie wird 8—12 Centimeter hoch und wächst vorwiegend an sandigen Orten Arabiens, Syriens und Egyptens. Ihr Stengel bleibt sehr kurz und verzweigt sich dicht über der Hauptwurzel rasch in ein gabeliges Astwerk (Fig. 109 B). In lebendem Zustand trägt die junge Pflanze auch sitzende (stiel-

lose) Blätter, die aber zur Zeit der Fruchtreife abfallen, indeß die Zweige verholzen, allmälig erhartend austrocknen, wobei sie sich einwärts krümmen, so daß die ganze absterbende Pflanze mit Ausnahme der Hauptwurzel W sich in ein Centifolien-artiges Gebilde umwandelt (Fig. 109 A). Die scharfen Herbstwinde Arabiens bringen den lockern Sand, in welchem die Pflanze wuchs, gelegentlich in Bewegung; unsere todten Rosen von Jericho werden dabei in Masse entwurzelt und mit dem Flugsand oft in zahlloser Menge an die Meeresufer getrieben. Von dort her — von Arabien, Syrien und Egypten — gelangt die Pflanze als käufliche Waare und gefeierter Gegenstand des Aberglaubens nach Europa. Sie ist nämlich sehr hygroskopisch und vermag in kurzer Zeit beträchtliche Mengen Wassers aufzunehmen, wobei sich die vorher einwärts gebogenen, trockenen Aeste wieder ausbreiten, um — sobald das Wasser verdunstet, — sich abermals in die vorige Trockenlage, in die Stellung der Blätter einer Centifolie zu begeben. So kann man dieselbe Pflanze hundert Mal veranlassen, sich auszubreiten und wieder zusammen zu ziehen, ohne daß sie ihre hygroskopischen Eigenschaften verliert. Wollen wir sie mit ausgebreiteten Aesten, also in offenem Zustande sehen, so genügt es, sie einige Zeit mit der Wurzel in Wasser zu stellen oder sie unter einer Glasglocke in feuchter Atmosphäre zwei Stunden lang liegen zu lassen. Dann öffnen sich die Schötchen, die Aeste breiten sich langsam aus, so daß sie horizontal abstehen, um in trockener Luft kurze Zeit nachher wieder die rückläufige Bewegung zu vollziehen.

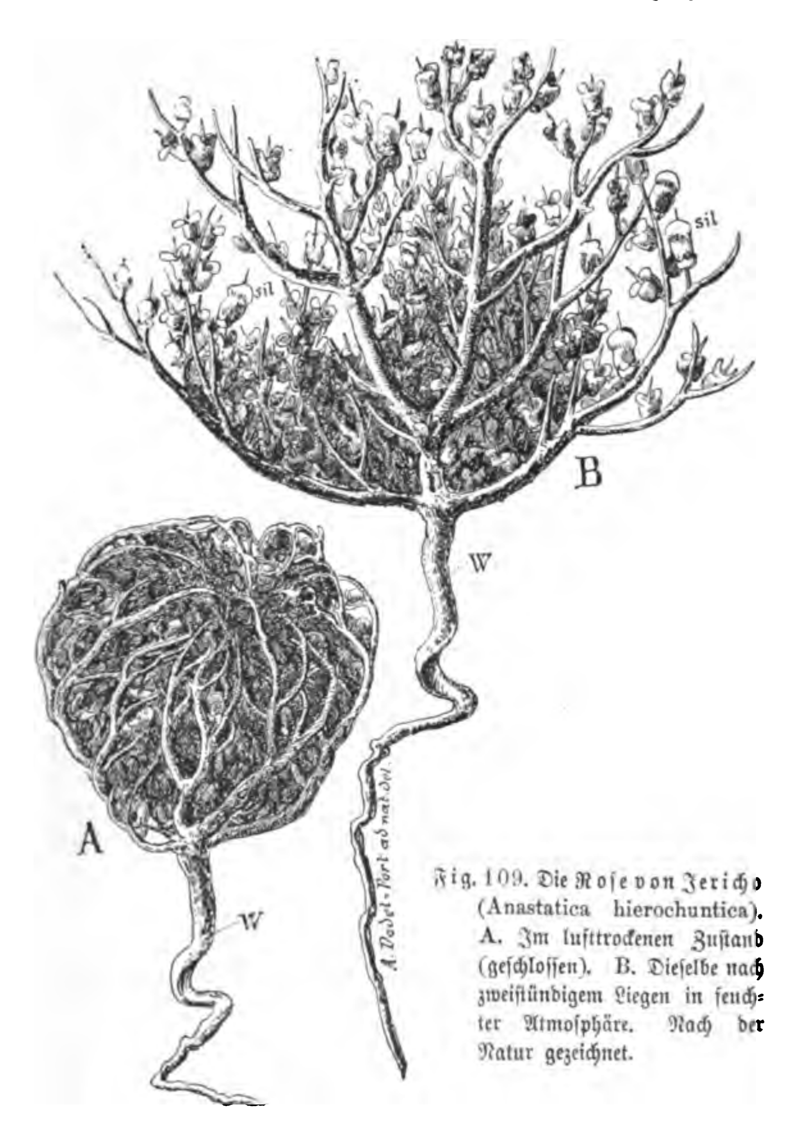


Fig. 109. Die Rose von Jericho (Anastatica hierochuntica). A. Im lufttrockenen Zustand (geschlossen). B. Dieselbe nach zweistündigem Liegen in feuchter Atmosphäre. Nach der Natur gezeichnet.

In manchen Gegenden des christlichen Abendlandes herrscht der Aberglaube, daß sich die todte Rose von Jericho jedes Jahr einmal öffne und zwar zur selbigen Stunde, da vor so und so viel Jahren der Heiland der Welt auf einer Flur Bethlehems geboren ward. Daß dem nicht so ist, braucht hier kaum begründet zu werden. Kommt der Scirocco mit seiner wassergeschwängerten Atmosphäre herüber an die süd-europäischen Küsten, so rinnt nicht nur das Kochsalz wegen der Luftfeuchtigkeit im Salzfaß zusammen, sondern es öffnet sich dann auch — aber eben nur in Folge des Dunstgehaltes der Atmosphäre — die Rose von Jericho. In denselben abergläubischen Ländern ist bei den Frauen allgemein der Wahn verbreitet, daß die Marienrose Wunderkraft besitze; wenn Schwangere in Kindsnöthen gerathen, so wird schnell die Jerusalemsrose aus dem Schatzkästchen geholt und in Weihwasser getaucht; sobald die Gabeläste sich zu öffnen beginnen und die Rose sich ausbreitet, soll auch für die Kreißende Erlösung kommen und für den neuen Weltbürger die Freiheit beginnen.

Es sind in der That liebliche Sagen, die sich an diese hygroskopische Pflanzenleiche anlehnen. Daß der Wahnglaube noch sehr weit verbreitet ist, beweist die Thatsache, daß auf der Wiener Weltausstellung anno 1873, von wo ich das oben abgebildete Exemplar mitgenommen habe, ganze Unmassen von Jerusalemsrosen um theures Geld verkauft wurden, wenngleich der ganzen Pflanze durchaus keine heilkräftigen Eigenschaften zukommen. Den Botanikern ist sie unter dem Namen Anastatica hierochuntica vorgestellt. Das Epitheton „Rose" ist durchaus ein unmotivirtes; mit demselben Recht könnte man die „Hexenbesen" unserer Tannen „Rosen des Libanons" nennen. —

X.

Auffällige Bewegungs-Erscheinungen im Pflanzenreiche.

(Fortsetzung.)

Wir haben im vorhergehenden Kapitel unter den Abschnitten A bis E eine Reihe von Bewegungs-Erscheinungen besprochen, die fast ohne Ausnahme leicht mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden können, also auch dem Nicht-Mikroskopiker unschwer zugänglich sind.

Aber noch interessanter gestalten sich die Verhältnisse in der mikroskopischen Welt des Pflanzenreiches. Da öffnet sich dem bewaffneten Auge des Beschauers eine ungeahnte Fülle hochmerkwürdiger Erscheinungen, die um so lehrreicher erscheinen, je kleiner die Objekte, an und in welchen sie beobachtet werden. In der That hat uns erst das Mikroskop den Weg gezeigt, auf welchem wir in die geheimsten Werkstätten der lebendigen Natur eindringen können, um jene bislang verborgen gebliebenen Phänomene zu belauschen, die in ihrer Gesammtheit das „Leben" der Thiere und Pflanzen darstellen.

Ja, wenn heute jener fromme Naturforscher wiederkäme, der vor hundert Jahren mit seinem geistreichen Sprüchlein:

„In's Innere der Natur
Dringt kein erschaffner Geist.
Glückselig! wem sie nur
Die äuß're Schale weist!"

die ganze gebildete Welt in eine sanfte Resignations-Duselei einwiegte, wenn Haller wiederkäme und unsere mikroskopischen Institute der medizinischen und philosophischen Fakultäten mit seinem Besuch beehrte, wie möchte er sich als den „Philister" erkennen, wie ihn Goethe genannt hat!

Aber derselbe Haller möchte sich heute fragen, warum nicht jeder Gebildete unserer Zeit im Besitze mikroskopischer Kenntnisse und Fertigkeiten sei, da ja offen auf der Hand liege, daß durch dieses kleine Instrument der geistige Horizont sich eminent mehr erweitert hat, als seiner Zeit bei der Entdeckung der neuen Welt die Geographie an Ausdehnung gewonnen. Wir würden dem Fragenden kaum eine befriedigende Antwort zu geben im Stande sein, aber wir würden mit Zuversicht prophezeien, daß das Mikroskop am Ende dieses Jahrhunderts auf keinem Salontisch der gebildeten Laienwelt mehr fehlen wird.

Indem ich den Leser einlade, mit oder ohne Mikroskop mich auf den folgenden

Exkurs zu begleiten, stellen wir uns zunächst die Aufgabe, einige Beispiele mikroskopischer Pflanzen kennen zu lernen, die mit dem Vermögen autonomer Ortsbewegung begabt sind. Hernach werden wir ungezwungen auf die Bewegungs-Erscheinungen freier Fortpflanzungszellen (Schwärmsporen und Spermatozoiden) stoßen, um schließlich bei den Erscheinungen der Plasma-Bewegungen in geschlossenen Zellen die Ueberzeugung zu gewinnen, daß das Leben der Pflanze im Wesentlichen nicht verschieden ist vom Leben des Thieres und unseres eigenen Lebens.

F. Die freie Ortsbewegung mikroskopischer Pflanzen.

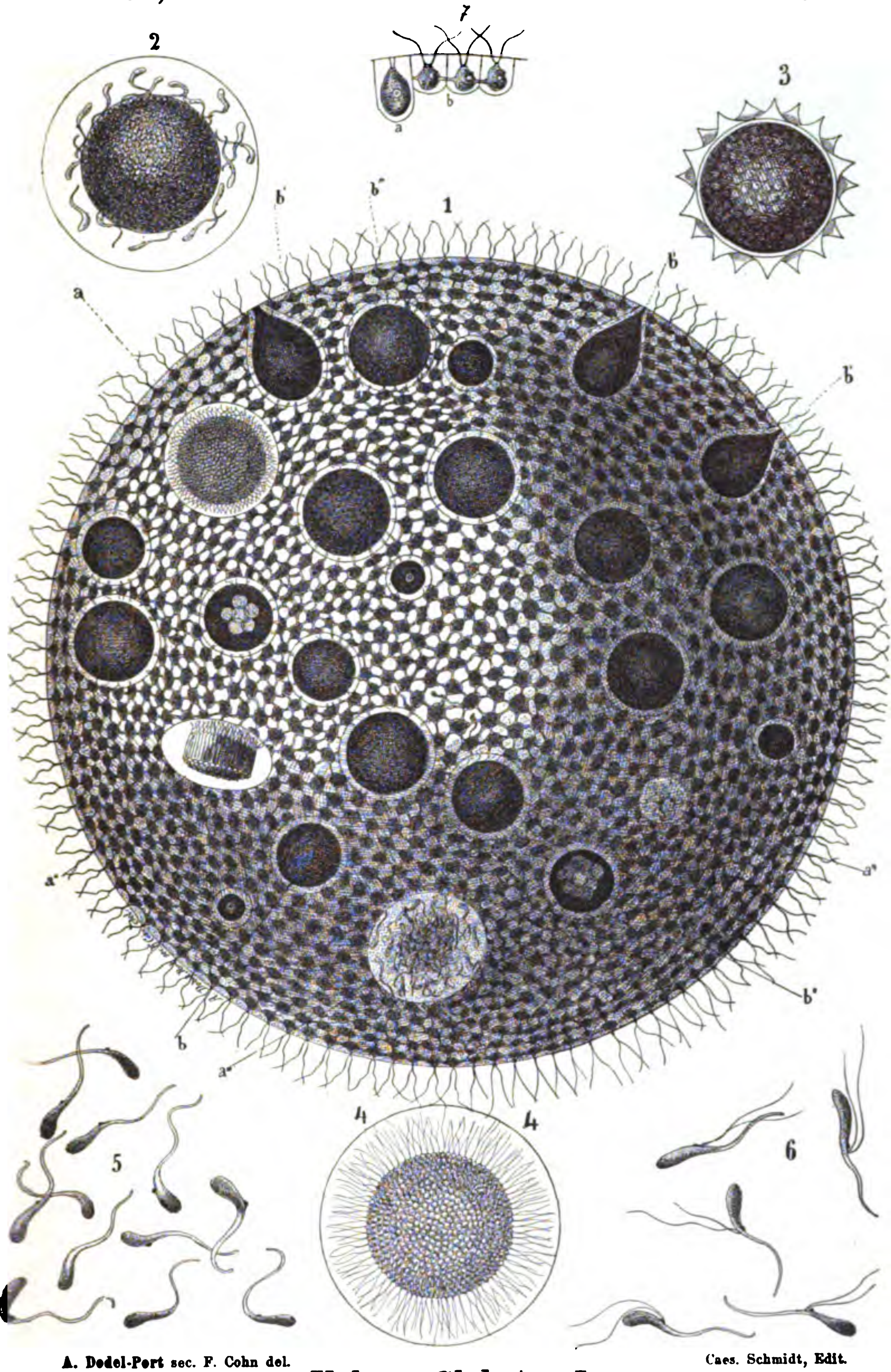
Als der erste Europäer an der Mündung des Amazonenstromes erschien, soll er — staunend vor der Mächtigkeit dieser Süßwasserausdehnung — ausgerufen haben: „Meer oder nicht?", woraus man den Namen Maranon ableitet. Aehnlich erging es den Naturforschern, als sie mit Hülfe des Mikroskopes in dem schlammigen Wasser von Torftümpeln, in stagnirenden Pfützen, im unreinen Wasser ruhiger Teiche, Gräben und in Sumpflöchern eine größere Anzahl von Organismen entdeckten, die thierähnliche Bewegungen, aber pflanzenartige Ernährung zeigen.

„Pflanze oder Thier?" — Das ist die Frage, welche sich unwillkürlich aufdrängt, wenn wir das vielzellige „Kugelthierchen", oder die grüne Euglena in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskop im Thun und Treiben beobachten. Doch sehen wir uns diese Räthselwesen etwas genauer an:

1. Die Kugelpflanze (Volvox Globator L.) — „Kugelthierchen".
(Hiezu Tafel IX.)

Schon Linné hat diesen Organismus gekannt und ihm auch den lateinischen Namen verliehen. Von wem der deutsche Name „Kugelthierchen" stammt, konnte ich nicht ermitteln; wohl aber finde ich eine kurze Beschreibung des Objektes, das wir nun wohl passender „Kugelpflanze" nennen, in der mehrbändigen Naturgeschichte Okens (1835), der dasselbe ohne Bedenken dem Thierreiche einreihte. Bis in die neueste Zeit hat sich diese Auffassung erhalten. In zoologischen Lehrbüchern aller Jahrzehnte seit Linné findet sich Volvox immer und immer wieder als thierisches Wesen aufgeführt; ich erinnere an Troschel 1864, an Schmarda 1871—72, und an die neulich erschienene vergleichende Zoologie von Dr. Carl Leonhardt (Jena 1883), einem Schüler Häckels, welch letzterer selbst die Volvocineen ins Protistenreich, einem Mittelding zwischen Thier- und Pflanzenwelt verweist.

Ehrenberg, einer der berühmtesten Mikroskopiker unseres Jahrhunderts, beschrieb Volvox (und die nächstverwandten Organismen) als Infusorium, d. i. als eines jener kleinen Thierchen, die man gelegentlich in stagnirenden Wässern, in Aufgüssen (Infusionen) u. dgl. antrifft und die man unter dem Sammelnamen „Infusorien", Aufgußthierchen, allen menschlichen Gesellschaften in Wort und Bild vorstellte. Ehrenberg selbst verfaßte ein Prachtwerk über die Infusorien (1838), in welchem er sich große Mühe gab, diese „unsichtbaren" Wunder der Schöpfung als „vollkommene Organismen" darzustellen, denen Sinnesorgane, Freßwerkzeuge, Verdauungsapparate und Fortpflanzungsorgane, Bewegungsvermögen und Empfindung, Lust- und Schmerzgefühle, Furcht und Wille in ähnlicher Weise zukommen, wie den höheren Thieren (mit Einschluß des Menschen).



A. Dodel-Port sec. F. Cohn del. Caes. Schmidt, Edit.

Volvox Globator L.

(Die Kugelpflanze.)

Allein in den letzten 40 Jahren mikroskopischer Forschung, von 1840—1880, hat sich ergeben, daß die vielerlei Organismen, die von Ehrenberg sehr schön abgebildet und zum großen Theil auch richtig beschrieben worden waren, ganz verschiedenen Organismengruppen angehören. Manche von seinen Infusorien entpuppten sich als mikroskopische Krebse, andere als Würmer, wieder andere als leibhaftige Pflanzen, noch andere als Mittelbinge zwischen Thier und Pflanze, so daß heute die Ehrenberg'sche Gesellschaft von Infusorien nach allen Richtungen des Systems zerstreut ist und kaum einige kleinere Gruppen den ursprünglichen Namen „Aufgußthierchen" beibehalten haben.

So gehört denn das sogenannte „Kugelthierchen", Volvox, heute gar nicht mehr zu den Infusorien und selbst Häckel hat nicht gewagt, es ohne Vorbehalt in sein Protisten-Reich, sein Zwischenreich zwischen Thier- und Pflanzenwelt, aufzunehmen. Die Botaniker haben sich des „Kugelthierchens" bemächtigt und es ist gezeigt worden, daß diese Organismen ganz evident zum Pflanzenreich gehören, weßhalb ich gewagt habe, hier für dieselben den zutreffenden Namen „Kugelpflanzen" vorzuschlagen.

Auf Tafel IX. unseres vorliegenden Buches sehen wir in der Hauptfigur (1) ein geschlechtliches Exemplar der gemeinen Kugelpflanze, Volvox Globator, dargestellt. Die dunkel erscheinenden, maschenförmig angeordneten Felderchen repräsentiren ebenso viele einzelne Zellen mit grünem plasmatischen Inhalt, der durch das Blattgrün (Chlorophyll) befähigt ist, unter der Einwirkung des Tageslichtes Kohlensäure und Wasser, also unorganische Substanzen zu zersetzen und aus den Elementen derselben organische Stoffe zu bilden, welche am Aufbau der lebenden Pflanze theilnehmen. Diese grünen, vegetativen Zellen assimiliren also in der Weise, wie es typische Pflanzenzellen thun: sie nehmen die unorganischen Nährstoffe nicht durch eine Mundöffnung, sondern durch die Haut der Zelle auf. Es fehlen diesen Organismen die Freßwerkzeuge und Verdauungsorgane, wie sie den Thieren eigen sind. Alle diese vegetativen Zellen, 8000 bis 12,000 an der Zahl, sind in eine Kugelfläche angeordnet und bilden in ihrer Gesammtheit das, was man in der wissenschaftlichen Botanik eine Zellkolonie oder auch ein Coenobium (eine klosterartige Vereinigung vieler Einzelwesen) nennt. Der grüngefärbte Plasmakörper jeder einzelnen Zelle ist von einer dicken, farblosen, wasserhellen Gallerthülle wie von einer Haut umschlossen, was in Fig. 7 schematisch dargestellt ist. Im grünen Inhalte der Einzelzelle findet sich meist auch ein kleines Stärkekörnchen oder an Stelle desselben, nach Außen etwas vorspringend, ein rothes Körperchen, welches wohl dem rothen Pigmentfleck, dem „Augenpunkt" so vieler grüner Schwärmsporen (vergl. r in Fig. 24, an der großen Schwärmspore von Ulothrix zonata, pag. 127) entspricht. Bei genauer Untersuchung ergibt sich auch, daß im grünen Inhalt der gleichen Volvox-Zellen zwei kleine pulsirende Vacuolen abwechselnd ihre rhythmischen Bewegungen ausführen, ähnlich wie die einzelne pulsirende Vacuole (pv in Fig. 24 pag. 127) bei den Schwärmsporen von Ulothrix und anderer Grün-Algen (vergl. auch unten Fig. 115, die Schwärmspore von Draparnaldia mit ihren 2 pulsirenden Vacuolen).

Vom Plasmakörper jeder Zelle aus gehen gegen die benachbarten Zellen hin fadenartige Fortsätze, welche die farblose Gallerthülle durchsetzen (Fig. 7 b) und die Verbindung zwischen den massiven Plasmakörpern herstellen. Die Zellen erscheinen daher von der Kugeloberfläche (oder von Außen) gesehen, sternförmig. Ferdinand Cohn, dem wir die eingehendste Untersuchung der Kugelpflanze verdanken, nimmt an, daß die feinen Verbindungsfäden zwischen den zahlreichen vegetativen Zellen nicht ununterbrochen, sondern

jeweilen in der Mitte (auf halber Länge) durch eine dünne Membranschichte unterbrochen seien.

Die auffallendste Erscheinung an der Kugelpflanze sind die zahlreichen Flimmerhaare (Flagellen), welche durch die Gallerthülle der ganzen Kugel nach Außen vorragen und, so lange die Pflanze lebt, in rascher schwingender Bewegung begriffen sind. Jede einzelne vegetative Zelle besitzt nämlich einen farblosen kegelförmigen oder schnabelartigen Fortsatz, der sich über dem grünen Plasmakörper (Fig. 7 b) erhebt und nach Außen in die dicke Gallerthülle der Kugel vorragt. Am Scheitel dieses Kegels sitzt je ein Paar Flimmergeißeln, welche, durch die Gallerte durchsetzend, frei nach Außen in das Wasser vorragen, so daß also die ganze, aus 8000—12,000 Zellen bestehende Kolonie als eine mit 16,000—24,000 Wimperhaaren bekleidete Kugel erscheint.

Für den Mikroskopiker, welcher die Organisation der Schwärmsporen unserer Grüntange aus der Verwandtschaft der Kraushaar-Alge aus eigener Anschauung kennt (vergl. pag 121—138), macht der Anblick einer lebenden Kugelpflanze ganz den Eindruck einer großen Gesellschaft mit einander verketteter grüner Schwärmsporen, deren jede zwei Cilien, zwei pulsirende Vacuolen und einen rothen Augenfleck besitzt. Da alle die 16,000 bis 24,000 Flimmerhaare der Volvox-Kugel sich lebhaft bewegen, so rollt und rotirt die Gesellschaft als Ganzes kontinuirlich von einer Stelle zur andern.

Thierisch ist an Volvox Globator nur die eigenartige Bewegungsfähigkeit eines nach Tausenden zählenden Zellhaufens. In der That begreifen wir sehr wohl, wie nicht nur Laien, sondern bewährte Forscher an der Annahme thierischen Charakters festhalten. Wenn wir in Gräben oder Teichen gelegentlich auf die Kugelpflanze stoßen und sie dort in solcher Menge auftreten sehen, daß von den grünen, nur $\frac{68}{100}$ Millimeter Durchmesser besitzenden Kugeln das Wasser auf weite Strecken hin gefärbt erscheint, wenn wir in einem Trinkglas voll solchen Wassers selbst mit unbewaffnetem Auge Tausende dieser grünen Kugeln sich umhertreiben sehen; wenn wir sodann beim mikroskopischen Prüfen die ganze Kugeloberfläche von zahllosen Cilien flimmern sehen, ähnlich wie bei jenen Flagellaten, welche die Zoologen unerschrocken für's Thierreich in Anspruch nehmen: was liegt dann näher, als daß wir diese taumelnde, sich ununterbrochen bewegende Kugel gleich als Thier betrachten?

Aber nicht allein die laubgrüne Farbe des wie anderes Pflanzen-Plasma assimilirenden Zellinhaltes, sondern auch verschiedene andere Erscheinungen, namentlich diejenigen der Entwickelungsgeschichte, belehren uns eines andern.

Volvox Globator gehört ebenso entschieden zum Pflanzenreich, als jene grüne Fadenalge, die wir in einem vorhergehenden Kapitel auf pag. 121—138 als Kraushaar-Alge in ihrem ganzen Entwicklungsgang verfolgt haben.

Ja, es gibt unter den nächsten Verwandten von Volvox Globator eine Form (Pandorina Morum), welche in ihren geschlechtlichen Vorgängen so sehr mit denjenigen von Ulothrix zonata, jener oben beschriebenen Fadenalge, und mit den Kopulations-Erscheinungen der Darm- und Salat-Ulven übereinstimmt, daß man die Geschlechtszellen all dieser genannten Pflanzen wegen ihres Aussehens und ihres Verhaltens nicht von einander zu unterscheiden vermöchte, wenn sie gleichzeitig unter dem Mikroskop liegen würden.

Was uns bei sämmtlichen Volvocineen frappirt, das ist immer in erster Linie die eigenthümliche Erscheinung, daß die Pflanzen auch im vegetativen Zustand, daß

auch die vegetativen, d. h. die nicht zu den Fortpflanzungsorganen gehörenden Zellen ein Bewegungsvermögen besitzen, wie es bei andern Pflanzen nur gewissen Zellen zukommt, die ausschließlich der Fortpflanzung dienen.

Aber diese Bewegungsfähigkeit vegetativer Zellen treffen wir nicht allein bei den Volvocineen, sondern auch bei einigen andern Grün-Algen, die im natürlichen Pflanzensystem noch eine tiefere Stufe einnehmen, als die Kugelpflanzen, ohne von den Zoologen für ihr Reich in Anspruch genommen zu werden.

Ein Beispiel dieser Art bietet uns:

2. Chlamidococcus pluvialis Al. Br. { die Blutregen-Alge, das Mantelpflänzchen des Regenwassers.

Wir haben in Fig. 110 diesen Organismus in verschiedenen Entwicklungsstadien nach unseren eigenen Beobachtungen dargestellt. Diese mikroskopische Pflanze ist in ganz Europa verbreitet und tritt zeitweise oft in solchen Massen auf, daß stagnirendes Regen- oder Teichwasser davon ganz grün, unter Umständen auch blutroth gefärbt erscheint. Ohne Zweifel war es dieses mikroskopische Wesen, welches in früheren Zeiten bald da, bald dort Anlaß zur Sage vom Blut-Regen gegeben hat. Flotow entdeckte die Blutregen-Alge, wie wir sie nennen können, zum ersten Mal im Jahre 1841 in der flachen Aushöhlung einer Granitplatte, die als Steg über einen Graben führte; dann sah er sie wieder im Jahre 1846 in Vertiefungen von Granitfelsen des Opitzberges in Schlesien, wo Regenwasser längere Zeit liegen blieb. Alexander Braun, dem wir die genauere Beschreibung dieser Alge verdanken, fand sie in flachen Vertiefungen horizontal liegender Sandsteinplatten auf mehreren Brückenmauern bei Freiburg, dort begleitet von prächtigen Räderthierchen. Ein mikroskopirender Seelsorger (Pfarrer Brunner) entdeckte die Blutregen-Alge sogar auf mehreren Kirchhöfen in der Umgegend von Donau-Eschingen, woselbst dieser Organismus sich in den künstlich zur Aufbewahrung des Weihwassers angebrachten Höhlungen der aus Sandstein gehauenen Grabmäler, sowie in den zu gleichem Zwecke auf die Gräber gestellten irdenen Gefäßen breitmachte. Braun fand den genannten Chlamidococcus auch in den durch uralte Auswaschungen entstandenen Vertiefungen

Fig. 110. Chlamidococcus pluvialis Al. Br. Das Mantelpflänzchen des Regenwassers in verschiedenen Stadien seines Entwickelungsganges. Nach der Natur gezeichnet. Vergrößerung: 420.

der Kalkfelsen des Neuenburger See's und zwar hier von besonders schöner, hochrother Farbe (1844 und 1848). Im Winter 1868—69 sah ich im Hofgarten zu München den ganzen Inhalt mächtiger Wasserbecken sanft fließender Brunnen von der gleichen Alge ganz grün gefärbt. Und im Winter 1881—82 fand sich die Blutregen-Alge in einem aus Zinkblech gefertigten großen Wasserbecken des Orchideen-Hauses im botanischen Garten (Zürich) so massenhaft, daß man nicht mehr auf den Boden des sonst nur klares Wasser führenden Gefäßes sehen konnte. Ich habe von dort das Material zu Kulturversuchen gewonnen und die Pflanze längere Zeit mikroskopisch beobachtet, wobei die Zeichnungen für umstehende Figur 110 gewonnen wurden.

Die Blutregen-Alge zeigt einen komplizirten Generationswechsel, den zuerst Alexander Braun eingehender untersuchte, wobei sich herausstellte, daß mit beweglichen Generationen ruhende, unbewegliche abwechseln. Gut entwickelte ruhende Zellen dieses vielgestaltigen, bald thier-, bald pflanzenähnlichen Wesens erscheinen als Kugeln von $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{25}$ Millimeter Durchmesser. Sie sind mit einer dicken, derben Membran versehen, die einen körnigen, trüben Inhalt von bald braunrother, bald hochrother Farbe umschließt. Dergleichen rothe Kugeln fand ich in Menge an dem vom Wasser nicht bespülten Rand des oben erwähnten Zinkblech-Gefäßes, sowie in dem schlüpfrigen schmutziggrünen Ueberzug eines unmittelbar über dem Wasserspiegel stehenden Blumentopfes. Aus diesen ruhenden kugelförmigen Zellen kommen, wenn sie längere Zeit mit Wasser in Berührung stehen, meist vier schwärmsporenartige Zellen hervor. Noch ehe die Theilung des Kugelinhaltes, durch welche die Schwärmzellen gebildet werden, eintritt, sieht man in der Farbe der Kugelzelle eine Veränderung eintreten, indem die rothe Färbung des Inhaltes sich von der Peripherie etwas zurückzieht und ein gelber, zuweilen schon etwas ins Grünliche spielender Hof sich um die intensiver roth gefärbte innere Masse bildet. Auch die eben ausschlüpfenden jungen Schwärmzellen haben nur einen schmalen gelben Hof, der das dunkelrothe Innere umgibt. Während der nächsten drei oder vier Tage nehmen die Schwärmer, welche mit je zwei langen Flimmergeißeln ausgestattet sind (Fig. 110) um das Vierfache an Volumen zu und bewegen sich in dieser Wachsthumsperiode ununterbrochen in ähnlicher Weise, wie die großen Schwärmsporen von Ulothrix zonata. In dieser Zeit verwandeln sie ihre anfängliche stumpf-eiförmige Gestalt in eine verkehrt birnenförmige, nach Vorn zugespitzte (vergl. in Fig. 110 die jungen Schwärmer H mit den ausgewachsenen bei A—E). Eine zarte aber deutliche Membran m hüllt den ganzen großen Schwärmkörper mantelartig ein, steht aber ziemlich weit vom Birnkörper ab, während an zwei Stellen die langen Flimmergeißeln aus feinen Oeffnungen durch die Membran herausragen. Die rothe Farbe des Plasmakörpers konzentrirt sich mehr und mehr auf die Mitte der Zelle, so daß ein scharfumschriebener hochrother Kern (r r bei D, E und J) gebildet wird, in dessen Innerem oft deutlich ein hellerer Raum erscheint. Der übrige Zellinhalt erscheint zuletzt schön hellgrün und läßt deutlich einige stärkehaltige Kügelchen und außerdem noch viele kleinere grüne Körnchen unterscheiden. Die oft rüsselartig vorgezogene Spitze mit den zwei Flimmergeißeln ist farblos.

Dieser ersten Generation beweglicher Schwärmzellen folgen nun in nicht genau bestimmter Zahl mehrere weitere Generationen beweglicher Zellen, welche das Wasser einige Wochen lang beleben und oft lebhaft grün färben, bis endlich wieder allgemeine Ruhe eintritt, wobei die Zellen zu Boden sinken oder sich an die Wände des Wasserbehälters ansetzen. Der Uebergang von einer dieser beweglichen Generationen zur nächst-

folgenden wird durch eine vorübergehende, ruhende Generation von sehr kurzer Dauer vermittelt. Die ausgewachsenen Schwärmzellen (A—E in Fig. 110) kommen nämlich innerhalb ihrer weiten hembartigen Hülle endlich zur Ruhe und damit fast gleichzeitig zur Theilung in zwei Zellen, die entweder nun sofort sich in schwärmende und mit eigener Membran ausgestattete Tochter-Individuen verwandeln (Fig. 110 bei F) oder aber, ohne erst beweglich zu werden, sich sogleich wieder in je zwei, zusammen also in vier Enkelzellen theilen. Bald nach dieser Viertheilung der großen, ruhenden Mutterzelle beginnen die vier Enkelzellen innerhalb der mütterlichen Hülle sich zu bewegen; letztere zerreißt schließlich (m in Fig. 110 G) und die vier Enkel gelangen nun in Freiheit (H in Fig. 110). Alle diese Vorgänge folgen sich sehr rasch und zwar im Zeitraum einer einzigen Nacht und des darauf folgenden Morgens.

Diese zweite bewegliche Generation gleicht der ersten, nur mit dem Unterschiede, daß die schwärmenden Zellen von Anfang an grün und mit einem kleineren rothen Fleck im Innern versehen sind. Auch die folgenden beweglichen Generationen gleichen im Allgemeinen den vorausgehenden; doch kommen in denselben mancherlei Abweichungen zum Vorschein, indem z. B. große Vacuolen im Innern des Plasmakörpers auftreten, wobei nicht selten der rothe Fleck im Centrum nach Außen, an die Peripherie des Plasmakörpers gedrängt wird, so daß dann diese Schwärmer der Blutregen-Alge täuschend einer Schwärmspore von Ulothrix zonata gleichsehen. In manchen Fällen verschwindet aber auch der rothe Fleck vollständig. In spätern Stadien treten auch Generationen auf, die nicht wie die vorhergehenden bloß 2 oder 4 und höchstens 8 neue Schwärmzellen aus einer ruhenden Mutterzelle, sondern 16 oder 32 sehr kleine Schwärmspörchen in jeder sich vermehrenden Zelle bilden. Diese 16—32 Mikrozoosporen, ohne Zweifel analoge Gebilde zu den Mikrozoosporen der in einem vorhergehenden Kapitel beschriebenen Ulothrix, bilden vor ihrer Trennung einen maulbeerartigen Körper; sie treten aber schon in der sich erweiternden Mutterzelle auseinander und gehen in ein lebhaftes Gewimmel über, bis endlich die Mutterzellmembran zerreißt und dann die kleinen Schwärmer sich im umgebenden Wasser zerstreuen. Ueber das Schicksal dieser letzteren ist man bis zur Stunde noch im Ungewissen. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß diese Mikrozoosporen der Blutregen-Alge sich je zu zwei mit einander copuliren, wie dies bei Ulothrix und vielen andern Grün-Algen der Fall ist, um in der Vereinigung eine Jochspore (Zygospore) zu bilden, welche nach längerer Ruhe wieder einer ersten beweglichen Generation das Dasein gibt.

Uebrigens hat Alex. Braun beobachtet, daß auch die großen Schwärmer für lange Zeit in einen Ruhezustand übergehen können. Die Großschwärmer der letzten beweglichen Generation gelangen nämlich, sobald sie ihr Wachsthum beendet haben, zur Ruhe, nehmen dann eine kugelige Gestalt an und bekleiden sich im Verlauf mehrerer Tage mit einer dicken, dicht anliegenden Zellhaut, während die frühere lockere, mantelartig abstehende Hülle allmälig verschwindet. Der Inhalt, der beim Eintritt der Ruhe bis auf den kleinen rothen Kern, ja manchmal total grün war, röthet sich nun allmälig wieder, vom Grünen durch mancherlei Abstufungen des Braunen, manchmal des schön Goldgrünen und Goldbraunen, in's Rothe übergehend. Diese kugeligen dickhäutigen Zellen, dieselben, mit deren Betrachtung wir den Anfang gemacht haben, verhalten sich wie die Samen höherer Pflanzen oder wie die Dauersporen vieler blüthenloser Gewächse: sie gehen nämlich in einen Ruhezustand über, ohne zu wachsen, ohne sich überhaupt zu

verändern, so lange sie dauernd im Wasser verbleiben. Braun hat diese rothen kugeligen Dauerzellen monatelang in Wasser aufbewahrt, ohne daß eine neue Entwickelung eintrat; vielmehr starben viele derselben ab. Es ist sehr interessant, daß ein neuer Generations-Cyclus erst dann beginnt, wenn eine Austrocknung der Dauersporen vorausgegangen ist. Schon eine kurze, blos eintägige Austrocknung gibt den ruhenden Zellen ihre Verjüngungsfähigkeit wieder; aber es kann die Trockenheit auch länger, Monate, sogar Jahre lang, andauern, ohne daß die Lebensfähigkeit dieser Dauersporen Schaden nimmt. Völlig ausgetrocknete Exemplare, wieder ins Wasser gebracht, gebären in der Regel schon am andern Morgen neue Schwärmer. Alexander Braun hat nicht nur von solchen Dauersporen, die ein halbes Jahr, sondern volle zwei Jahre, ja sogar sieben Jahre trocken aufbewahrt wurden, junge Schwärmzellen erhalten, wenn er die trockenen Objekte in Wasser legte und 1—3 Tage liegen ließ.

Diese Thatsachen machen erklärlich, wie plötzlich nach stattgehabter langer Trockenheit sich alle Rinnsale von Regen- und Schneewasser mit scheinbar plötzlich auftretenden Organismen sich bevölkern. Ja, es ergibt sich aus Untersuchungen neuesten Datums, daß die Blutregen-Alge auch der Organismus ist, welcher — wenn massenhaft auftretend, große Flächen aufthauenden Schnee's blutroth färbt.

Aus den zahlreichen Untersuchungen, welche der Blutregen-Alge von Seite namhafter Forscher (A. Braun, F. Cohn, Rostafinski u. A.) zu Theil wurde, geht hervor, daß dieser Organismus bald ein thierähnliches, bewegtes, bald ein pflanzenartiges, ruhiges Leben führt. Ihre Bewegungorgane im thierähnlichen Zustand sind wiederum jene Cilien oder Flimmergeißeln, welche wir nicht allein bei den vegetativen Zellen der Volvocineen, sondern auch bei den Schwärmsporen mancher Grünalgen als einzige Bewegungsorgane wahrnehmen und welche, wie wir im Folgenden sehen werden, bei zahlreichen andern Pflanzenfamilien auch den männlichen Fortpflanzungszellen, den Spermatozoiden der Moose, Farne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse zukommen. Jene Cilien bestehen aus Protoplasma, sind nur farblose Auswüchse des Plasmakörpers der schwärmenden Zellen, welch letzterer im Uebrigen mehr starrer Natur zu sein scheint, während die Cilien sehr flexibel sind.

Aber wir treffen auf tieferer Stufe nun auch auf Organismen, wo nicht allein das Plasma der beweglichen Cilien, sondern auch das Massiv des Hauptkörpers eine thierähnliche Beweglichkeit zeigt. Dies ist zum Beispiel beim grünen Spindelthierchen, Euglena viridis, Fig. 111 der Fall.

Von den Zoologen wird dies mikroskopische Wesen, wie uns scheint mit größerem Recht als bei der Inanspruchnahme der Volvocineen für das Thierreich, zu den Flagellaten gezählt, obschon das Ding so grasgrün aussieht, wie irgend eine chlorophyllhaltige typische Alge. Im Frühling, wenn die warme Märzsonne in die Pfützen und Tümpel der Mistlachen unserer ländlichen Bauernhöfe hineinleuchtet, sehen wir dort das schmutzige Naß rings um die Düngerhaufen sich alsbald mit einer lebhaftgrünen Decke überziehen. Die langsam austrocknenden, nur noch wenigfeuchten Wagengeleise werden daselbst in ein leuchtendes Grün gekleidet, unter welchem der allmälig erstarrende Schlamm seine Düngerdüfte entfaltet. Hier ist es dem Spindelthierchen, der grünen Euglena, am wohlsten. Da wird Kohlensäure, Wasser und Ammoniak in Menge zersetzt und unter lebhafter Abscheidung von Sauerstoff werden im Innern der mikroskopischen Lebewesen organische Substanzen gebildet, ähnlich wie im grünen Blattgewebe höherer Laubpflanzen.

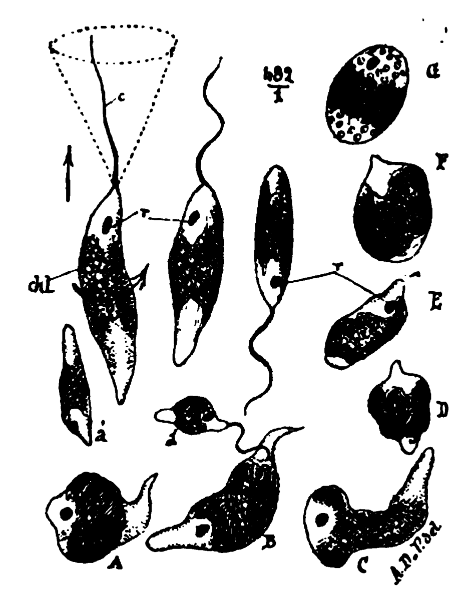


Fig. 111. Euglena viridis — das grüne Spindelthierchen. Links oben drei spindelförmige, frei im Wasser schwimmende Individuen mit ausgestreckter Wimpergeißel (Flagellum c.) a und a' — zwei kleine Individuen. A — G — Ein und dasselbe Individuum in den successive aufeinander folgenden Formveränderungen während $1^1/_2$ Minuten.
r — überall rother Augenfleck. chl -- chlorophyllhaltiger plasmatischer Inhalt. Vergrößerung 482. Nach der Natur gezeichnet.

Diese Vorgänge weisen auf pflanzliche Eigenschaften der Spindelthierchen. Auch ist an letzteren nirgends ein Mund, nirgends eine sichtbare Leibesöffnung zur Aufnahme und Abgabe von Nahrungsstoffen entdeckt worden. Nichts destoweniger bekunden andere Eigenschaften thierische Natur dieser Lebewesen.

Auch diese Organismen kommen in einem beweglichen und in einem ruhenden Zustand vor. Ihre Membran ist sehr dehnbar und folgt ohne Widerstand den manigfaltigsten Formveränderungen, obschon sie aus Holzstoff (Cellulose) besteht. Es ist aber nur eine Wimpergeißel vorhanden und diese ist einziehbar. —

Die Gestalt der frei schwimmenden, sich langsam um ihre Längsaxe drehenden Individuen ist eine spindelförmige. Beide Enden erscheinen farblos; das Vorder-Ende trägt die einzige Geißel, die sich bald langsam und träge, bald schneller in der Fläche eines Kegelmantels bewegt (Fig. 111, links oben). Etwas hinterhalb des vorderen Endes der Spindel sitzt ein rother Pigmentfleck, der sogen. Augenpunkt, den wir auch bei schwärmenden Pflanzenzellen so häufig antreffen. Im dickern Theil des spindelförmigen Körpers finden sich nebst Stärkekörnchen auch lebhaft grüne Chlorophyllkörner oder Körperchen, die in Gestalt und Farbe an Chlorophyllkörner erinnern.

Ihre, im Vergleich zu den Schwärmsporen der Grün-Algen langsam erscheinende Bewegung ist zweierlei Art, eine frei schwimmende und eine kriechende. Beim Schwimmen rotiren sie um ihre Längsaxe und bewegen sich vorwärts, wobei die Cilie vorauseilt. Stoßen sie auf Widerstände, so verhalten sie sich denselben gegenüber wie Thiere mit freiem Willen. Anscheinend willkürlich ändern sie ihre Gestalt in der mannigfaltigsten Art. Oft ziehen sich die spindelförmigen freischwimmenden Euglenen kugelförmig zusammen, momentan zur Ruhe kommend, um sich kurze Zeit nachher wieder spindelförmig auszudehnen und lebhaft umherzuschwimmen, nachdem sie alle möglichen Formen angenommen und kriechende Bewegungen ausgeführt haben, ähnlich einer Amöbe, (wie wir dies in Fig. 111 dargestellt haben, wo ein und dasselbe Individuum innerhalb $1^1/_2$ Minuten successive alle Formen von A bis G durchlief). Diese Mittelwesen zwischen Thier und Pflanze gehen aber auch in einen dauernden Ruhezustand über, wobei sie sich kugelig zusammenziehen, eine Art Dauersporen bildend, die — massenhaft nebeneinanderliegend — sich gegenseitig abplatten und, mit einander in Zusammenhang bleibend, auf der Oberfläche des Wassers hautartige Ueberzüge bilden, die sich unter der Einwirkung des Sonnen-

lichtes und unter lebhafter Gasausscheidung heben und bei eintretender Dunkelheit und niedriger Temperatur wieder senken.

Je weiter wir im natürlichen Pflanzensystem abwärts steigend uns der unteren Grenze nähern, desto mehr vermengen sich die Charactere von Thier und Pflanze in den untern Organismengruppen, so daß wir eben umsonst nach einer scharfen Grenze zwischen beiden Reichen forschen. Je mehr sich die Wissenschaft bemüht, diese scharfe Grenze zu finden, desto mehr zerrinnen die Criterien beiderlei Organismen zwischen den Fingern des Mikroskopikers. Es gibt kein einziges Merkmal, welches allen Pflanzen zukommt, ohne daß nicht auch thierische Organismen an demselben Merkmal participiren, uud umgekehrt gibt es keine Eigenschaft, keine Fähigkeit, welche allen Thieren ohne Ausnahme zukommt, ohne daß nicht auch diese oder jene pflanzlichen Organismen dieselbe Eigenschaft, dieselbe Fähigkeit besitzen würden. Viele Spaltpilze (vergl. 1. Kapitel dieses Buches), manche Stückelalgen (Diatomeen) und mehrere Grün-Algen besitzen das Vermögen, sich wie Thiere selbständig, autonom, anscheinend willkürlich zu bewegen. Und vollends die sogen. Schleimpilze (Myxomyceten) führen uns durch ihre amöbenartigen Bewegungen und die Lebenserscheinungen des Protoplasmas auf die allergefährlichste Stelle des wissenschaftlichen Criticismus. Wir wissen mit diesen Organismen nicht recht wohin, ob in's Pflanzen- oder Thierreich, weil sie offenbar weder das eine noch das andere sind: Zwitterdinge „ohne Character" oder besser — Zwitterdinge mit beiderlei Characteren.

G. Die thierähnliche Ortsbewegung pflanzlicher Vermehrungs- und Geschlechtszellen.

Mehr noch als das Bewegungsvermögen rein vegetativer Zellen bei manchen niedern Pflanzen spricht die wunderbare Beweglichkeit der eigentlichen Fortpflanzungszellen von den meisten geschlechtlichen Kryptogamen für die Einheit des Lebens und Wandelns aller Organismen.

Es ist gewiß eine eigenthümliche Erscheinung, daß die Kenntniß vom Geschlechtsleben der Pflanzen erst eine Errungenschaft der Neuzeit geworden, dem Alterthum und dem Mittelalter aber durchaus eine terra incognita geblieben ist. Erst gegen das Ende des 17. Jahrhunderts, im Jahr 1694 taucht der erste Versuch eines wissenschaftlichen Beweises für die Geschlechtlichkeit der Pflanzen über das seichte Gewässer der Scholastik empor und zwar in Form eines Briefes: „De sexu plantarum epistola", verfaßt von dem Tübinger Professor Rud. Jacobus Camerarius. Selbst zu Anfang des 19. Jahrhunderts gab es noch viele Gelehrte, die an der Sexualität der Pflanzen zweifelten; ja, noch im Jahr 1830 begegnen wir in einer botanischen Zeitschrift („Flora") einem gelehrten Professor (J. B. Wilbrand in Gießen), der annahm, „daß bei den Pflanzen zwar etwas der thierischen Sexualität „„Analoges"", aber keineswegs wirkliche Geschlechtlichkeit stattfindet."

Aber in den letzten 50 Jahren, seit 1830, hat die wissenschaftliche Botanik in dieser Richtung fast Unglaubliches geleistet. Nicht nur wissen wir heute, daß keine einzige Art von Blüthenpflanzen ohne Geschlechtsorgane existirt: es wurde auch gezeigt, daß die

meisten blüthenlosen Gewächse — unzählige Algen und Pilze, alle Moose, Farnpflanzen, Schachtelhalme und Bärlappgewächse — wahre Geschlechtsorgane besitzen. Man fand hier, bei den blüthenlosen Pflanzen nicht nur männliche und weibliche Organe, sondern es zeigte sich selbst, daß gerade bei diesen Gewächsen Geschlechtsvorgänge statthaben, welche eine „verzweifelte" Aehnlichkeit mit denjenigen bei den Thieren haben.

Wie bei den Thieren, so werden auch von den Pflanzen zweierlei Zeugungs-Elemente gebildet: im weiblichen Organ entstehen besondere Zellen, meist von kugeliger oder verwandter Gestalt, welche man Eizellen genannt oder auch mit andern mehr oder weniger zutreffenden Namen belegt hat. Diese weiblichen Fortpflanzungszellen sind meist ziemlich groß und bleiben in der Regel lange Zeit, meistens selbst nach der Befruchtung noch mit der mütterlichen Pflanze oder dem mütterlichen Thiere in Zusammenhang. Diese Eizellen sind unbeweglich, passiv. Die männlichen Organe bilden dagegen Zellen, welche bei der überwiegenden Mehrzahl der geschlechtlichen blüthenlosen Gewächse sehr klein sind und sich zur Zeit, da sie in Funktion treten sollen, vom väterlichen Organ lostrennen, um — mit Flimmerhaaren, Cilien, Geißeln ausgestattet — selbständige Bewegungen auszuführen und sich aktiv den weiblichen Zellen zu nähern, mit letzteren endlich eine Verschmelzung eingehend. Diese männlichen Zeugungs-Elemente, welche fast durchweg bei den blüthenlosen Pflanzen eine thierähnliche Bewegung zeigen, hat man wegen ihrer großen Aehnlichkeit mit den männlichen Fortpflanzungszellen der Thiere — schlechtweg Spermatozoiden oder „Samenthierchen" (Spermatozoen) genannt. Sie haben bei den Pflanzen wie bei den Thieren die Aufgabe, jene anderen Zeugungs-Elemente, die großen, nichtbeweglichen und an die Mutterpflanze befestigten Eizellen aufzusuchen und sich mit ihnen zu vereinigen, welchen Vorgang man die „Befruchtung" im eigentlichen Sinne nennt. Erst durch die Befruchtung erhält die Eizelle das Vermögen, sich weiter zu entwickeln und in der Folge zu einem neuen Thier, zu einer neuen Pflanze heranzuwachsen.

Die Vorgänge vor und während der Befruchtung sind im Pflanzen- und Thierreich im Wesentlichen ganz dieselben und die Spermatozoiden beider Reiche haben im Wesentlichen denselben Bau und dieselben Fähigkeiten. Das thierische Spermatozoid ist ein kleines, farbloses Plasmakörperchen, an dem in der Regel nur Eine Flimmergeißel die Bewegung vermittelt; das pflanzliche Spermatozoid ist ebenfalls ein meist farbloses Plasmakörperchen, das sich bald mit zwei, bald mit mehreren Flimmercilien vom Orte bewegt, um die Eizelle aufzusuchen und sich mit derselben zu vereinigen, indem es seine Individualität aufgibt und hiebei der befruchteten Eizelle jenen Impuls verleiht, vermöge welches die letztere sich zu einer neuen Pflanze zu entwickeln vermag.

Wir haben in Fig. 112 Spermatozoiden aus verschiedenen Pflanzen-Familien dargestellt. Diejenigen von Vaucheria (Fig. 112a), einer fädigen, dichte Rasen oder schwimmende Watten bildenden, grünen Schlammalge unserer Bäche, Gräben und Teiche, sind kurz, keulenförmig und tragen seitlich zwei lange, sehr bewegliche Cilien, welche den Spermatozoiden eine lebhafte Ortsbewegung verleihen. Aehnlich verhalten sich die Spermatozoiden vom blasigen Lebertang (Fucus vesiculosus, Fig. 112b) und andern Angehörigen der meerbewohnenden Braun-Algen, während die Spermazellen der Armleuchtergewächse (Fig. 112c), z. B. von Nitella flexilis in lange spiralig ge-

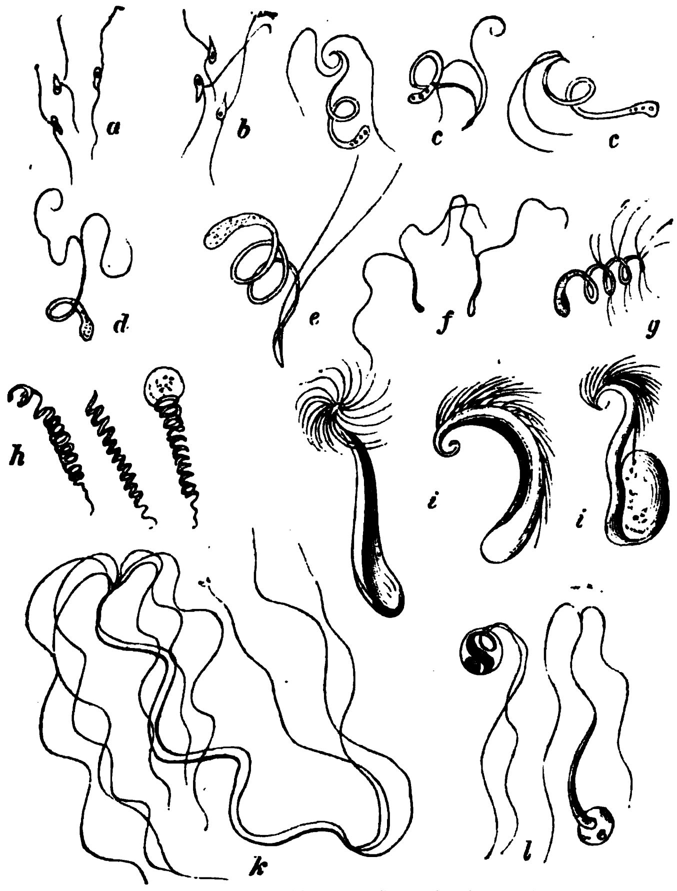


Fig. 112. Spermatozoiden (männliche Geschlechtszellen) von verschiedenen blüthenlosen Pflanzen: a — Von Vaucheria, einer grünen Schlauchalge. b — Von Fucus vesiculosus, dem blasigen Lebertang. c — Von Nitella flexilis, einem Armleuchtergewächs. d — Von Funaria hygrometrica, einem Laubmoos. e — Von Sphagnum acutifolium, einem Torfmoos. f — Von Marchantia polymorpha, dem gemeinen Lebermoos. g — Von Adianthum Capillus Veneris, dem Frauenhaar-Farn. h — Von Marsilea salvatrix, dem Kleefarn. i — Von Equisetum Telmateja, dem großen Schachtelhalm. k — Von Isoëtes lacustris, dem Brachsenkraut. l — Von Selaginella Kraussiana, einem Verwandten der Bärlappgewächse.

krümmte Fäden, die am hintern Ende dick angeschwollen sind, ausgezogen erscheinen und am vordern Ende zwei lange Wimpergeißeln tragen. Diese spiralig gekrümmten Spermatozoiden bewegen sich im Wasser wie eine Schiffsschraube. In d sehen wir eine männliche Fortpflanzungszelle von Funaria hygrometrica, einem zierlichen Laubmoos, das wir häufig an schattigen feuchten Mauern in der Nähe von fließendem Wasser oder an andern feuchten Stellen, z. B. an nassen Felsen in Gewächshäusern, an steinernen Brunnentrögen ꝛc. antreffen. Die Torfmoose (Sphagnum, Fig. 112 e) haben ebenfalls spiralig gekrümmte, peitschenförmige Spermatozoiden mit schraubenartiger Bewegung, während die kleinen Geschlechtszellen beim gemeinen Lebermoos, Marchantia polymorpha (Fig. 112 f) kaum eine einzige deutliche Spiralwindung zeigen, aber doch eine bohrende Bewegung ausführen. Interessant ist die Form und Ausstattung der Spermatozoiden beim Frauenhaar-Farn und seinen Verwandten (Fig. 112 g). Der lange fädige Körper zeigt 3—4 Spiralwindungen und am vordern Ende, sowie seitlich mehrere Cilien; die Bewegung ist auch hier eine schraubenförmige. Beim Kleefarn (Marsilea salvatrix Fig. 112 h) sind der Spiralwindungen mehrere, 10—14 und die Bewegungen ebenfalls korkzieherartige. Plump erscheint der Spermatozoidenkörper bei den Schachtelhalmen (Fig. 112 i) wo am dünnern Ende ein ganzer Schopf von Wimperhaaren die Locomotion betreibt. Bei Isoëtes lacustris, dem grasähnlichen Brachsenkraut, Fig. 112 k, finden sich an beiden Enden des peitschenförmigen, spiralig gekrümmten Spermatozoiden-

Körpers mehrere sehr lange, zarte Flimmergeißeln, bei Selaginella dagegen (Fig. 112 l) sind nur am einen Ende, und zwar am dünneren, 2 Cilien.

Die blasenartigen Anhängsel der Spermatozoiden, wie wir sie gelegentlich am dicken hintern Ende antreffen (Fig. 112 h, i und l) werden während des Herumschwimmens im Wasser abgeworfen und spielen keine, oder nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Es erübrigt uns noch, einen speziellen Fall der Entstehung und Entwicklung von pflanzlichen Spermatozoiden, sowie das Verhalten der letzteren bei der Befruchtung etwas eingehender zu behandeln. Wir wählen hiefür die in Taf. IX. unseres „Pflanzenlebens" dargestellte Kugelpflanze, Volvox Globator, von welcher wir oben bereits die Bewegung der vegetativen Zellen besprochen haben.

Die männlichen Organe, in denen die Spermatozoiden gebildet werden (Taf. IX, Fig. 1. a, a^2, a^3, a^4), sind ursprünglich ganz den vegetativen Zellen ähnlich, welche — 8000 bis 12,000 an der Zahl — die ganze kugelartige Colonie bilden helfen; aber alsbald vergrößern sich jene bedeutend, bis sie den dreifachen Durchmesser einer benachbarten vegetativen Zelle erreicht haben und nehmen blasenartige Gestalt an, ins Innere des Kugelhohlraumes vorragend. Aber sie bilden nicht so viel grünen Farbstoff, wie die vegetativen Zellen und die Eikugeln b, b^2, b^3, sondern ihr Inhalt erscheint blässer gefärbt. Dann beginnen die männlichen Organe ihren Inhalt zu theilen, bis schließlich ein Bündel cylindrischer oder spindelförmiger Stäbchen den Innenraum des männlichen Organes erfüllt (Fig. 1. a und a^2 in Taf. IX.). Die Zahl dieser wie ein Bündel Cigarren angeordneter Stäbchenzellen beträgt zuletzt ca. 128 bis 256; ihr Protoplasma ist nicht grün, sondern im dickern Theil des einzelnen Stäbchens röthlich-gelb, im dünnern Theil farblos. Diese Stäbchen sind die männlichen Fortpflanzungszellen, Spermatozoiden; jedes derselben bekleidet sich mit 2 langen Flimmergeißeln, die an dem schnabelartigen Theil des Spermatozoides befestigt sind und schon wahrgenommen werden, wenn die Stäbchen noch in ein geschlossenes Bündel vereinigt erscheinen (a und a^2). Durch die gemeinsame Thätigkeit der Cilien gelangt erst das Stäbchenbündel als Ganzes im männlichen Organ in eine schwankende Bewegung, von einer Seite zur andern schwerfällig oscillirend, oft auch mit beschleunigter Geschwindigkeit um die Axe des Bündels rotirend. „Mit einem Male hört die gemeinschaftliche Bewegung des Bündels auf, dieses zerfällt in die stäbchenförmigen Körperchen, aus denen es zusammengesetzt ist; die letzteren bewegen sich, nachdem sie sich völlig von einander getrennt haben, frei in der Höhlung der allmählig sich auflösenden und ausweitenden Gallerthülle des männlichen Organes, von Minute zu Minute in rascherer Lebendigkeit; überaus anziehend ist der Anblick der in ihrer Mutterblase durch einander wimmelnden Körperchen (Taf. IX. Fig. 1 a^3). Bald darauf sieht man die Spermatozoiden aus der Blase, in welche sie bis dahin eingeschlossen waren, herausbringen und alsbald sich nach allen Richtungen in der Centralhöhle der Volvox-Kugel zerstreuen" (Fig. 1. a^4).

Das einzelne Spermatozoid erscheint im freien Zustand verlängert und schmal; das eine, dickere, spindelförmige Ende ist blaßgelb, das entgegengesetzte Ende läuft in einen farblosen, langen Schnabel aus, der schwanenhalsartig gebogen und überaus biegsam und beweglich ist. Dieser letztere Theil des Spermatozoids „dreht sich, wie herumtastend, dehnt sich aus und zieht sich wieder ein, biegt und schlängelt sich wie ein Peitschenfaden (Fig. 5, Taf. IX); an der Stelle, wo der Hals in das dickere spindelförmige Ende übergeht, entspringen zwei lange, nach Hinten gerichtete, sehr bewegliche Flimmer-

geißeln“ und unweit davon sitzt am Spermatozoidenkörper ein röthlicher Pigmentfleck (Augenfleck).

Kurze Zeit, nachdem diese thierähnlich sich bewegenden männlichen Zellen ihre Mutterblase verlassen haben, sammeln sie sich — im Innern der Volvox-Kugel herumschwärmend — um die weiblichen Organe, welch letztere im reifen Zustand je eine mit dicker Gallerthülle ausgestattete Blase darstellen, in deren Innenraum eine dunkelgrüne Eikugel liegt. Dort heften sie sich zunächst an die Außenseite jener blasenförmigen Gallerte; „hier angelangt, schwanken sie hin und her, drehen sich dabei in seltsamer Krümmung und scheinen sich mit Hülfe des Halses und der Geißeln einzubohren; ihre Bewegungen gleichen ganz auffallend denen eines sogenannten Centrumbohrers (Taf. IX. Fig. 1, b[2]). Schließlich gelingt es einzelnen Spermatozoiden, die erweichte Gallertmembran der weiblichen Organe zu durchbrechen. Nach kurzer Zeit trifft man eine größere Anzahl derselben innerhalb der Membrann (Taf. IX. Fig. 2). Sie bewegen sich zunächst in dem Zwischenraum zwischen der Eikugel und ihrer durch Quellung weit abstehenden Gallerthülle; alsdann sieht man sie der Länge nach an die Oberfläche der Eikugel sich anlegen, wobei sie fortfahren sich zu krümmen oder zusammenzuziehen. Während der spindelförmige Körper auf dem Ei anklebt, zuckt der freie Hals beständig, gleichsam hämmernd in wellenartiger Schlängelung.“

In dieser Zeit findet eine Vereinigung der Eikugel mit einem (oder mehreren) Spermatozoiden statt. Jene — die Eikugel — entwickelt sich in Folge der Befruchtung zur Eispore, welche einer neuen, jungen, geschlechtlich erzeugten Pflanze gleichzusetzen ist (Fig. 3).

Die vergleichende Entwicklungsgeschichte der blüthenlosen Pflanzen hat ergeben, daß die mit Bewegungsvermögen ausgestatteten Spermatozoiden nichts Anderes sind, als **modifizirte Schwärmsporen**, wie sie bei vielen Grün-Algen beobachtet worden und hier bald die Fähigkeit besitzen, je zwei zusammenzutreten, also zu copuliren, um einer neuen Pflanze das Dasein zu geben, bald aber auch ohne eine Paarung einzugehen, jede für sich selbständig zu einem Keimpflänzchen auszuwachsen. Darnach sind auch die großen Eizellen nichts Anderes, als modifizirte Schwärmsporen, die allerdings das Vermögen, sich selbständig zu bewegen, eingebüßt haben.

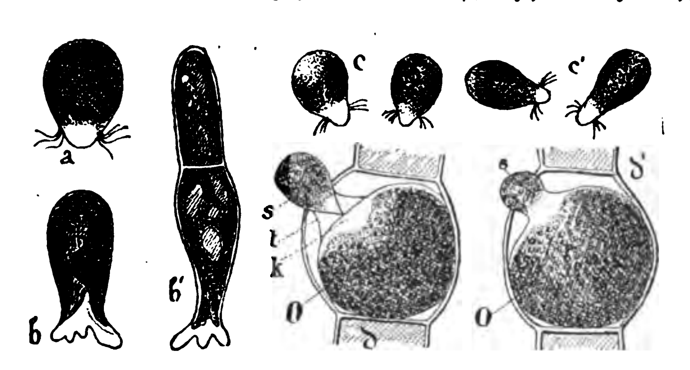


Fig. 113. Oedogonium diplandrum Juranyi. a Eine geschlechtslose (grüne) Schwärmspore während ihrer Bewegung. b b' Keimpflänzchen aus geschlechtslosen Schwärmsporen. c c' — Spermatozoiden, durchaus von schwärmsporenartigem Aussehen. d d' — Die Vereinigung des Spermatozoids s mit der Eikugel O. (Nach Juranyi.)

Diese Annahme, wonach Eizelle und Spermatozoid als gleichwerthige Zeugungs-Elemente sich aus copulirenden Schwärmsporen entwickelt haben, wird durch zahlreiche **Uebergangsformen** zwischen typischen Schwärmsporen einerseits und typischen Geschlechtszellen andererseits unterstützt.

Bei manchen Algen sind die geschlechtslosen Schwärmsporen den beweglichen Spermatozoiden so ähnlich, daß man beiderlei Fortpflanzungszellen leicht mit einander verwechseln kann. Bei einer unverzweigten grünen Faden-Alge aus der Gattung Oedogonium (Fig. 113) unterscheiden sich die Spermatozoiden von den geschlechtslosen Schwärmsporen einzig durch die Farbe und die langsamere Bewegung, sowie durch das Unvermögen, selbständig zu einer jungen Pflanze sich zu entwickeln, wie dies bei den zur Ruhe gelangenden geschlechtslosen Schwärmern in der Regel stattfindet.

Und bei unserer gemeinen Kraushaar-Alge (Ulothrix zonata), deren Lebensgeschichte wir oben (pag. 121—138) dargestellt haben, sind die geschlechtslosen Schwärmsporen den geschlechtlichen Fortpflanzungszellen, d. h. den copulirenden Microzoosporen so ähnlich, daß sie sich auch nicht einmal durch die Farbe von einander unterscheiden und daß viele Jahre über der Untersuchung dieser Alge von Seite der verschiedensten Forscher dahin gingen, ehe man den geringen Unterschied zwischen geschlechtslosen und geschlechtlichen Fortpflanzungszellen entdeckte.

Die ungeschlechtlichen Schwärmsporen von Ulothrix (Fig. 114) sind birnförmige, nackte Plasmakörper mit zwei durchaus verschiedenen Polen, von denen der vordere, farblose, glashelle, zugespitzt erscheint und vier ziemlich lange Wimperhaare trägt, die in der Fläche eines Kegelmantels ihre peitschenartigen Schwingungen ausführen. Der dickere, halbkugelig abgerundete hintere Pol ist nicht farblos, sondern wie der mittlere Theil des Zoosporenkörpers von einer peripherischen Schichte chlorophyllhaltigen Plasmas pl grün gefärbt, während der Schwärmsporenkörper im Innern zumeist von einer farblosen wasserhellen Flüssigkeit erfüllt ist. Zwischen dem grün gefärbten Theil des Hauptkörpers und dem vorderen Pol tritt ein rother Pigmentfleck als wulstartige Erhöhung etwas nach Außen vor: es ist der sogen. rothe Augenfleck r. In seiner Nähe findet sich, von farblosem feinkörnigem Plasma umgeben, eine pulsirende Vacuole, die ca. alle 14 Sekunden plötzlich zusammensinkt, um einige Sekunden gar nicht mehr wahrnehmbar zu sein und dann allmälig wieder zu erscheinen.

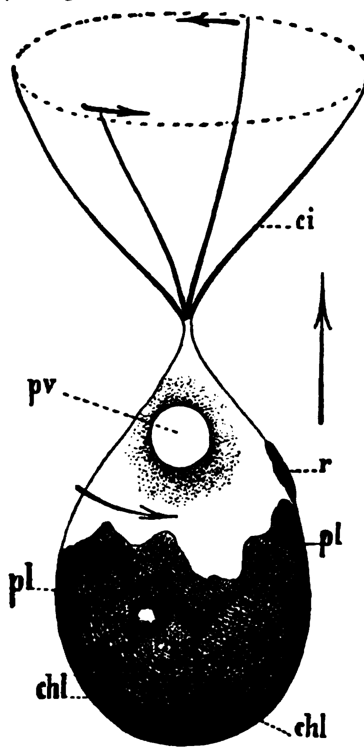


Fig. 114. Eine ungeschlechtliche Schwärmspore von Ulothrix zonata mit einer pulsirenden Vacuole pv und 4 Flimmercilien. (Nach der Natur.)

Bei der Bewegung rotirt die Schwärmspore um ihre Längsaxe und eilt — die vier Cilien nach Vorn gekehrt — schnell und ununterbrochen im Wasser umher. Diese ziemlich großen Schwärmsporen copuliren nicht, sondern wachsen, zur Ruhe gekommen, sofort zu jungen Keimpflänzchen aus.

Ganz ähnlich sind die geschlechtlichen, copulationsfähigen Schwärmsporen von Ulothrix beschaffen; einzig besitzen sie statt vier bloß 2 Cilien; alle übrigen Merkmale sind dieselben. Sie können sogar keimen, ohne eine Copulation einzugehen, was sonst bei Geschlechtszellen nicht der Fall ist.

Eine wunderbar zierliche, baumartig verzweigte Grünalge, die gelegentlich in den

Betten und Trögen unserer lebendigen Brunnen und in klaren, rasch fließenden Bächen vorkommt, Draparnaldia plumosa (Fig. 115), bildet ungeschlechtliche Schwärmsporen von ähnlichem Bau wie Ulothrix zonata; aber bei diesen Schwärmern finden sich zwei in rhythmischen Bewegungen mit einander abwechselnde pulsirende Vacuolen v v, wie wir sie an den 4 mit Cilien ausgestatteten Zoosporen bei Fig. 115, oben rechts und links, dargestellt haben. Bringen wir diese Grünalge von ihrem natürlichen Standort in einem Teller Wasser auf ein mäßig temporirtes Zimmer, so erleben wir das wunderliche Schauspiel, daß fast alles grüne Plasma der Aeste und Zweige (B u. C Fig. 115) in zwei bis drei Tagen sich zu Schwärmsporen umwandelt, die besonders in den hellen Morgenstunden massenhaft aus den Mutterzellen austreten und sich im Wasser herumtreiben. Oft erscheint das letztere ganz grün gefärbt; besonders an der dem Fenster zugekehrten Seite des Wasserspiegels sammeln sich die grünen Zoosporen in solcher Menge, daß dort eine lebhaft grüne Wolke entsteht.

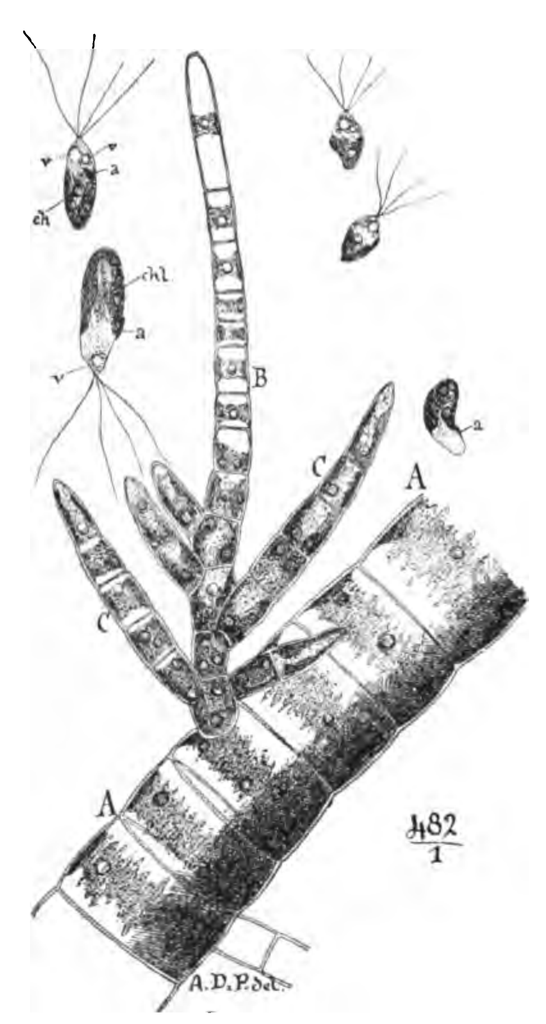


Fig. 115 A A — Fragment eines Stammes von Draparnaldia plumosa, einer baumartig verzweigten Grün-Alge, mit den Zweigen B und seinen Aesten C. Rechts und links oben in dieser Figur sind geschlechtslose Schwärmsporen mit je 4 Cilien, einem rothen Augenfleck a und 2 pulsirenden Vacuolen v v.

Tauchen wir einen Glasstab oder einen Bleistift in solch eine grüne Schwärmsporenwolke, um nur einen kleinen Tropfen Wasser herauszuheben, so finden wir bei einem Blick durch das Mikroskop den einzigen Wassertropfen von Hunderten und Tausenden lebhaft schwärmender Fortpflanzungszellen erfüllt.

Eine detaillirte Untersuchung der letzteren zeigt folgende 5 Bewegungs-Erscheinungen:

1. Die vier Cilien bewegen sich in der Mantelfläche eines Kegels, dessen Spitze mit dem cilientragenden Pole der Schwärmsporen zusammenfällt, dessen Basis dagegen dem Schwärmsporenkörper abgewendet ist. Die Axe dieses Kegels liegt in der Verlängerung der Axe des langgestreckten Schwärmsporenkörpers (vergl. Fig. 114 und 115).
2. Der birnförmige oder langgestreckte Schwärmsporenkörper rotirt um seine eigene Längsaxe.

3. Die Schwärmspore als Ganzes bewegt sich von der Stelle und zwar in der Richtung ihrer Längsaxe nach Vorn, mit dem cilientragenden Pol voraus. Wenn sie auf einen Widerstand stößt, so wird sie meist von ihrer ursprünglichen Bewegungsrichtung abgelenkt; sie weicht aus, — oder aber, sie bleibt am Gegenstand des Anstoßes festhaften; das Letztere findet namentlich gegen das Ende der Schärmzeit statt.
4. So lange die Schwärmspore sich bewegt, so lange also ihre Cilien in lebhafter Thätigkeit sind, so lange fungiren auch die pulsirenden Vacuolen (v v in Fig. 115 und p v Fig 114). Bei Ulothrix kehren die Pulsationen alle 14 Sekunden wieder; bei Draparnaldia dagegen pulsirt jede der beiden Vacuolen alle 28 Sekunden; da sie aber mit einander abwechseln, so beobachtet man auch hier alle 14 Sekunden das Zusammensinken einer der beiden Vacuolen.
5. Die grünen Schwärmsporen der meisten Algen, welche derlei Fortpflanzungsorgane bilden, bewegen sich entweder in der Richtung *gegen* das einfallende Licht und werden dann *positiv phototactisch* genannt, oder sie wenden sich vom Lichte ab und heißen dann *negativ phototactisch*. Ihre Bewegungsrichtung ist erwiesenermaßen vom Grad der Beleuchtung abhängig. Für die Schwärmsporen von Ulothrix (vergl. pag. 121—138) habe ich constatirt, daß die (großen) Macrozoosporen, d. h. die geschlechts*losen* Schwärmer bei mäßiger Beleuchtung *lichtfreundlich*, positiv phototactisch sind, während gleichzeitig die copulirenden Microzoosporen, d. h. die geschlecht*lichen* Schwärmer licht*scheu*, negativ phototactisch erscheinen. Aehnliches wurde bei verschiedenen anderen Algen beobachtet, welche zweierlei Schwärmer: geschlechtslose große, und geschlechtliche, copulirende kleine Zoosporen bilden.

Ueber die primären physikalischen Ursachen der Bewegungserscheinungen schwärmender Zellen ist man derzeit noch im Unklaren. Doch scheint soviel gewiß, daß die mit Cilien ausgestatteten niederen Algen und die Schwärmsporen durch die Bewegung der Cilien in eine fortschreitende Bewegung gebracht werden. Sobald die Cilien erstarren oder — in Folge heftigen Rüttelns des Wassers, in welchem zahlreiche Schwärmer vorhanden, — gar vollständig abgeworfen werden, hört die Ortsbewegung auf.

Aber was ist die Ursache der schwingenden Bewegungen jener Cilien?

Durch welche physikalische Vorgänge im Innern der Plasma-Cilien gelangen letztere in rhythmische Bewegung?

Worauf beruht die Bewegung der pulsirenden Vacuolen?

Stehen beiderlei Bewegungs-Erscheinungen — das Schwingen der Cilien und die Pulsationen der Vacuolen — in ursächlichem Zusammenhang? — Beide Vorgänge beginnen gleichzeitig und endigen gleichzeitig; die letzten Pulsationen der Vacuole bei Ulothrix-Schwärmern fallen mit den letzten Zuckungen der Cilien zusammen. — Besteht eine Wechselbeziehung zwischen diesen beiden Erscheinungen?

Diese und andere Fragen, die sich angesichts dieser wunderbaren Bewegungserscheinungen uns aufdrängen, sind zur Stunde noch unbeantwortet.

Aber der *Nutzen* des Bewegungsvermögens ist ohne Weiteres ersichtlich. — Frei schwärmende Wasserpflanzen, wie die Volvocineen und Algen des Blutregens und rothen Schnees breiten sich in ihrem Medium mit leichter Mühe aus und gewinnen während ihres Wanderns Orte günstigster Existenz- und Vermehrungsbedingungen. Geschlechts-

lose Fortpflanzungszellen, Schwärmsporen, verlassen den dichtbesetzten Standort ihrer Mutterpflanze, und gewinnen anderswo Raum und Licht zur Keimung und Weiterentwicklung. Die primären Geschlechtszellen, welche in copulirenden Schwärmern uns entgegentreten, suchen sich während ihrer aktiven Beweglichkeit auf, und gelangen außerhalb der erwachsenen Pflanzen zur Paarung. Die Spermazoiden der blüthenlosen Pflanzen, welche mit großer Beweglichkeit (bei geringer Körpergröße) ausgestattet sind, ermöglichen es den Eizellen, die um das Vielfache größer, als die männlichen Zeugungs-Elemente, in der Mutterpflanze ruhend, passiv die Vereinigung mit dem befruchtenden Spermatazoid abzuwarten. Das Bewegungsvermögen der Spermatazoiden wird hier zur Lebensfrage der Nachkommenschaft.

Aber Alles das sieht so thierisch oder thierähnlich aus, daß wir wohl begreifen, wenn vor wenig Jahrzehnten der berühmte Botaniker Unger eine Schrift unter dem Titel herausgab: „Die Pflanze im Moment der Thierwerdung." — In der That ist in den untern Regionen des Pflanzenreiches noch so viel Thierähnliches vorhanden, daß wir an der Entwicklung beider Reiche aus gemeinsamem Ursprung nicht mehr zweifeln können.

H. Bewegungserscheinungen in geschlossenen, mit einer Membran ausgestatteten Pflanzenzellen.

Der Leib aller größeren Pflanzen ist aus sog. Zellen zusammengesetzt, deren jede für sich ein mehr oder weniger abgeschlossenes Ganzes ist und ein selbständiges Leben führt. Die einzelne Pflanzenzelle ist für sich allein ein Organismus, der sich ernährt, der wächst, der sich auch fortpflanzt und der stirbt, ohne daß die benachbarten Zellen desselben Organes, derselben Pflanze nothwendig einen maßgebenden Einfluß auf all diese Vorgänge ausüben. Die vielzellige Pflanze mit Stengel, Blättern, Wurzeln und Fortpflanzungsorganen, die Eiche, der Haselnußstrauch, die Wegwarte, das Rietgras, die Teichbinse, das Farnkraut und das Moospflänzchen — sie alle bestehen aus vielen Tausenden solcher Elementar-Organismen, solcher Zellen, von denen jede ein lebendiges Individuum darstellt, so daß also die höhere Pflanze als Einheit genommen einen Staat, eine Republik darstellt, in welcher die einzelne Zelle den Bürger oder die Bürgerin bedeutet. Das Leben der beblätterten Stengelpflanze ist die Summe der Lebensvorgänge in den Einzelzellen, aus welch letzteren die ganze Pflanze besteht.

Wollen wir das Gesammtleben des Pflanzen-Individuums verstehen lernen, so müssen wir das Leben der Einzelzelle begreifen wollen.

Erst wenn es gelingt, alle Lebensvorgänge im Innern der Einzelzelle nach ihren ursächlichen Beziehungen zu verstehen, erst dann kommen wir der Lösung des Räthsels vom Leben überhaupt näher.

Darum hat die wissenschaftliche Botanik seit Schleiden und Schwann, welche vor ca. 50 Jahren die Entdeckung machten, daß alle Lebewesen sich aus Einzelzellen zusammensetzen, hauptsächlich die Geheimnisse des Zellenlebens zu entschleiern sich bemüht.

In der Zelle liegt das Geheimniß unseres Werdens und Wachsens, unseres Blühens

und unseres Zerfalles verborgen. Das gilt für den Menschen nicht minder, als für das Thier und für die Pflanze.

Im Zellenleben offenbart sich aber auch die natürliche Verwandtschaft aller lebenden Kreaturen. Die höchste Pflanze, das höchst organisirte Thier, der Mensch — wir Alle beginnen unser Dasein mit einer einzigen Zelle, mit einem kugeligen Plasmaklümpchen. Diese Zelle wächst (nach stattgehabter Befruchtung); sie wird größer und größer und hierauf theilt sie sich in zwei Tochterzellen, diese verhalten sich ebenso: sie wachsen und theilen sich. Es resultiren Zellhaufen, welche verschiedene Gruppirungen annehmen und dadurch verschieden geformte Organe aufbauen.

Die Entstehung der ersten Keimzelle ist bei Pflanzen, Thieren und Menschen im Wesentlichen gleicher Art; und gleicher Art ist ihr Wachsen und ähnlicher Art ist ihre Vermehrung. — Die Grundzüge der Entstehung und Entwicklung sind hier wie dort dieselben. — In dieser Beziehung umschließt ein einheitliches Band Alles, was lebt, wächst, blüht und sich vermehrt. Die lebendige Natur, die uns stets liebevoll aufnimmt, wenn uns die Menschen quälen, — Pflanzen- und Thierwelt sind unsere Verwandten. Aus gemeinsamen niederen Anfängen haben Pflanzen- und Thierreich ihren Ursprung genommen nnd nach zwei verschiedenen Richtungen hin sich weiter differenzirt. Ihre vollkommensten Gestalten sind das Endresultat eines Vervollkommnungsprozesses blutsverwandter Organismen. In Wirklichkeit ist die Pflanze nach Abstammung und Entwicklung mit dem Thiere blutsverwandt. Aus einerlei Ursprung bekunden sie heute noch im Zellenleben ihre nahe Verwandtschaft. Und es ist nicht eitel Traum und nicht Phantasie, es ist wirkliche Wahrheit und wissenschaftliche Erkenntniß, wenn heute der Naturforscher sagt: „Baum, Strauch und Kraut — Wurm und Lurche, Fisch und Vogel, Thier und Mensch — wir Alle sind Schwestern und Brüder; was lebt und athmet, was geboren wird und was sterben kann — Alles hat einerlei Ursprung, hat einerlei Schicksal.“

Diese Erkenntniß ist uns geworden durch den Einblick ins Zellenleben.

Die Pflanzenzelle erscheint in der großen Mehrzahl der Fälle, da sie ein Organ aufbauen hilft, mit einer Membran ausgestattet. Ihr wichtigster Theil ist allerdings das zähflüssige lebendige Protoplasma, welches alle Lebensprozesse: Aufnahme und Abgabe von Stoffen, Wachsthum und Schwinden und Vermehrung und Zeugung vermittelt; aber dieses Protoplasma, die sichtbare Seele der lebendigen Pflanzenzelle, ist meist in ein festes Gehäuse, in die Holzstoffmembran, die sogen. Zellhaut, eingeschlossen. Die letztere ist ein Gehäuse, innerhalb welches die lebendige Natur ihre chemischen und physikalischen Kräfte als Werkmeister agiren läßt und jenes Gehäuse ist bei den meisten Pflanzenzellen aus einer farblosen, glashellen Substanz gefertigt, aus Holzstoff, Cellulose, aufgebaut, welche vermöge ihrer vollkommenen Durchsichtigkeit uns gestattet, ins lebendige Getriebe des Zellen-Organismus hineinzuschauen und der Natur ihre geheimsten Geheimnisse, soweit sie eben dem bewaffneten Auge noch zugänglich sind, abzulauschen.

Wenn wir nun im Nachstehenden einige der auffälligsten Bewegungserscheinungen im Innern der mit einer Membran bekleideten Zelle zur Sprache bringen, so geschieht dies keineswegs in erschöpfender Weise. Wir beabsichtigen damit einzig, den sinnigen Leser jener Wahrheit näher zu bringen, wonach alles Leben nur Bewegung bedeutet. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß es im Leben einer jeden Zelle, gleichviel ob sie einer Pflanze oder einem Thier oder gar dem Menschen angehöre, Zeitabschnitte giebt, wo energische Lebensprozesse mit solcher Energie sich vollziehen, daß wir den Ausdruck der-

selben als sichtbare Bewegungserscheinung mit unsern Augen wahrnehmen könnten. Das Protoplasma jeder lebendigen (nichtschlummernden) Zelle ist fortwährend in Bewegung und Veränderung begriffen. Einige Beispiele:

1. Plasma-Bewegungen in den Pollenschläuchen der Blüthenpflanzen.

Wir haben im Kapitel von der „Liebe der Blumen" gesehen, welcher Mittel sich die Natur bedient, um bei den Blüthenpflanzen die Bestäubung vermitteln zu lassen. Bald ist es der Wind, bald die Schwerkraft, bald sind es die Insekten, welche die Uebertragung des Blüthenstaubes aus den sich entleerenden Pollensäcken hinüber auf das Empfängnißorgan des weiblichen Geschlechtsapparates vermitteln. In der That erreicht das Blüthenstaub- oder Pollenkorn erst dann seine Bestimmung, wenn es auf die geeignete Stelle der weiblichen Blüthe (bei den Nadelhölzern) oder auf die empfängnißfähige Narbe am obern Ende des Griffels (bei den Bedecktsamigen) gelangt. Hier findet sich in der Regel eine besondere Flüssigkeit, die sogen. Narbenfeuchtigkeit, mit welcher das Pollenkorn zunächst in Contact kommen muß. Ist dies geschehen, so nimmt das Blüthenstaubkorn Flüssigkeit auf und quillt an; alsbald öffnet sich die äußere, derbe Membran des Pollenkornes entweder an einer oder an mehreren Stellen, sei es, daß Membranstücke in Form von Deckeln abgeworfen, sei es, daß Risse in der äußern Haut (der sogen. Exine) gebildet werden.

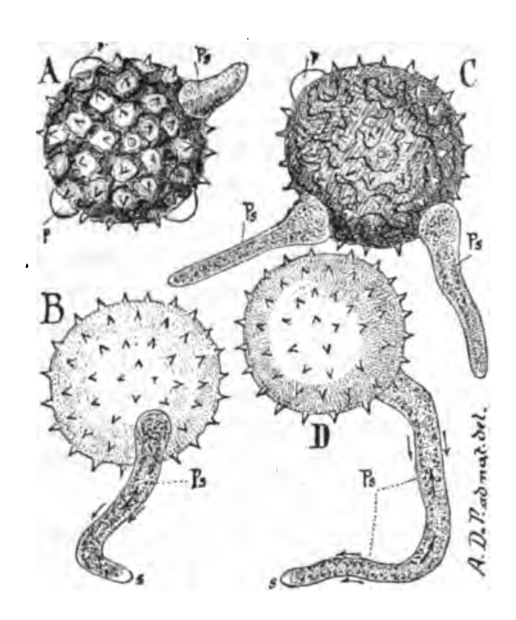


Fig. 116. In Zuckerlösung keimende Pollenkörner von Rudbeckia laciniata (einer Composite) mit Plasma-Bewegung in den Pollenschläuchen. Vergrößerung 570. Nach der Natur gezeichnet: August 1882.

Aus der Oeffnung tritt nun zunächst eine warzenartige Ausbuchtung der inneren zarten, farblosen Membran, der sogen. Intine des Pollenkornes. Bei der Türkenbund-Lilie (Taf. VII. Fig. C bei in) bildet sich in der Regel nur eine einzige Keimwarze der auswachsenden Intine, die sich alsbald in einen ansehnlichen und schnell wachsenden Pollenschlauch (Taf. VII. Fig. B) verlängert. Bei den Korbblüthlern (Compositen), z. B. beim Löwenzahn, bei der Wegwarte, Aster, Sonnenblume 2c., vermag jedes Pollenkorn 2 oder 3 Keimwarzen zu bilden (p, p in Fig. 116), deren jede weiterhin in einen Pollenschlauch auswachsen kann. Bringen wir frische Pollenkörner irgend einer korbblüthigen Pflanze in mäßig concentrirtes Zuckerwasser, so können wir — günstige Temperatur vorausgesetzt — schon nach einer Stunde alle Stadien der Pollenschlauchbildung wahrnehmen,

wie wir dies in Fig. 116 abgebildet sehen. Hier sind vier Pollenkörner dargestellt, die nur 1—1$^{1}/_{4}$ Stunde in Zuckerwasser gelegen hatten und in dieser Zeit zum Theil schon ansehnlich lange Pollenschläuche bildeten, indeß an andern Stellen der Pollenkörner einige Keimwarzen sich nicht weiter entwickelten. Nun ist bei den Mikroskopikern schon längst bekannt, daß die Pollenschläuche der Blüthenpflanzen unter günstigen Bedingungen ungemein rasch wachsen, ja es ist sogar möglich, Pollenschläuche, die man in Zuckerwasser oder in Narbenfeuchtigkeit cultivirt, unter dem Mikroskop direkt wachsen zu sehen. Dabei kriecht die fortwachsende Spitze des Pollenschlauches unter dem Auge des Beobachters wie ein langsam sich vorwärts bewegender Regenwurm über das Gesichtsfeld dahin, ohne daß das Pollenkorn und die älteren Theile des Schlauches sich von der Stelle bewegen. Die Geschwindigkeit des Vorrückens der Pollenschlauchspitze ist der Ausdruck der Wachsthums-Energie, und wir sind im Stande, sie in Zahlen genau anzugeben.

Das ist aber nicht die einzige Bewegungsart, die wir am energisch wachsenden Pollenschlauch wahrnehmen; auch im Innern der mit einer feinen, glashellen Membran ausgestatteten, schlauchförmigen Zelle nehmen wir Bewegungen kleiner Körnchen wahr, wie wir dies in Fig. 116 D nach eigener Beobachtung dargestellt, d. h. durch Pfeile angedeutet haben. Die Aufgabe des Pollenschlauches ist bekanntlich die, den plasmatischen, körnigen Inhalt der kugeligen oder eiförmigen Blüthenstaubzelle abwärts zu leiten durch den ganzen Griffel hinunter bis in das Innere des Fruchtknotens und hier bis in's Innere der Samenknospen hinein. Wächst nun der Schlauch sehr rasch, so kann man die Wanderung des Protoplasmas aus dem kugeligen Korn in den Schlauch hinein und abwärts bis zum Scheitel des letzteren ganz leicht direkt wahrnehmen. Das war z. B. der Fall bei dem in D Fig. 116 dargestellten Pollenschlauch. Hier sah ich die feinen Körnchen, welche im fließenden Plasma suspendirt waren, überall in der Nähe der Schlauchwand abwärts gegen den fortwachsenden Scheitel hin wandern; gleichzeitig aber bewegte sich ein Strom flüssigen Plasmas mit ebensolchen Körnchen vom Scheitel des Pollenschlauches in der Axe des letzteren zurück gegen das kugelige Pollenkorn aufwärts. In dieser Zeit war also der ganze Inhalt des Kornes und seines Schlauches in ununterbrochener Bewegung, in einer fortwährenden Wanderung begriffen und diese Erscheinungen bieten wohl alle Pollenkörner zur Zeit ihrer Schlauchbildung, nur wird die strömende Bewegung in den einen Fällen eine langsamere, schwieriger wahrnehmbare, in andern Fällen eine schnellere, augenfälligere sein.

Ganz ähnliche Erscheinungen wurden in raschwachsenden Schlauchzellen von Pilzen verschiedenster Art beobachtet und es ist wahrscheinlich, daß diese Vorgänge bei langgestreckten, energisch wachsenden Zellen sehr häufig, wohl allgemein stattfinden.

Aber es gibt auch ausgewachsene Pflanzenzellen, wo der plasmatische Inhalt oder ein Theil desselben, in continuirlicher Bewegung, in fortwährender Strömung begriffen ist, ohne daß wir hiebei eine Wechselbeziehung zwischen Wachsthums-Energie und Bewegung wahrnehmen könnten. Dies ist z. B. bei den Characeen, Armleuchtergewächsen der Fall, wie wir unter der folgenden Nummer sehen werden.

2. Die Rotations-Strömung in den Zellen der Armleuchtergewächse (Characeen).

Von unseren untergetauchten Wasserpflanzen sind die Armleuchtergewächse oder Characeen diejenigen, welche seit langer Zeit wegen ihres eigenartigen Baues, wegen ihrer merkwürdigen Geschlechtsorgane, ganz besonders aber wegen der interessanten Be-

wegungs-Erscheinungen im Inhalt ihrer Zellen die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen haben. Auf Taf. X. haben wir links unter Nr. 1 etliche Zweige der zerbrechlichen Chara (Chara fragilis) dargestellt, während die hier zu besprechenden Details in Fig. 117 zur Anschauung gebracht wurden.

Der zerbrechliche Armleuchter findet sich in Süßwässern aller Erdtheile, ist also ein wahrer Kosmopolit. Er ist eine untergetauchte, buschige Rasen bildende Süßwasserpflanze und erreicht je nach dem Standorte und den Nahrungsverhältnissen eine Höhe von 15 bis 30 Centimeter. Im schlammigen Grunde stehender oder langsam fließender Gewässer fußend, bildet diese Pflanze — ähnlich den höher organisirten Gewächsen — aufstrebende steife „Stengel" (st, st in I. Fig. 117), an denen in größeren oder kleineren Abständen von einander entfernte Quirle sogenannter „Blätter" (B, B in I. Fig. 117) stehen. Diese Blätter, meist zu 6 oder auch zu 8 je einen Quirl bildend, tragen ihrerseits selbst wieder mehrere Quirle eigenartiger Gebilde, die man mit dem Namen „Blättchen" (b, b, b', b' und b'' in II. Fig. 117) belegt hat. Die Zweige wiederholen im Wesentlichen den Aufbau des Stengels und entstehen an diesem letzteren in der Achsel der Blätter. Wie der Hauptstengel, so verlängern sich auch die Zweige durch unbegrenztes Spitzenwachsthum.

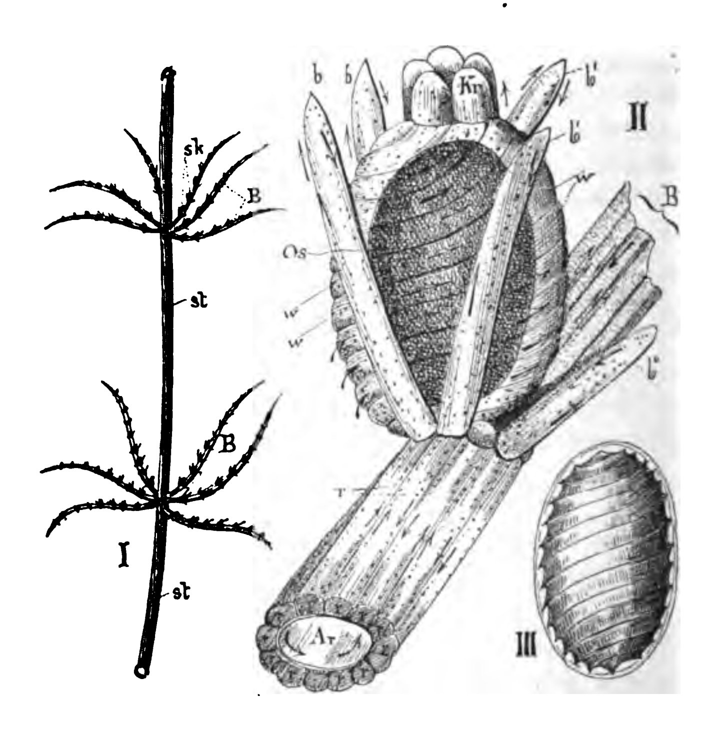


Fig. 117. Der zerbrechliche Armleuchter (Chara fragilis). I. Fragment einer fructificirenden Pflanze. st, st — Stengel-Internodien. B, B — Blätter, je 6 zusammen einen Quirl bildend, sk — Sporenknospen, Eiknospen. II. Fragment eines fertilen Blattes B mit einem Blättchenquirl und einer fast reifen Sporenknospe. Die Richtung der Pfeile in den verschiedenen Zellen gibt die Richtung der strömenden Bewegung des Zellinhaltes. Ar — centrale Röhrenzelle. r r — Rindenzellen des Blattes. b b — Die zwei ältesten, b' b' — die nächstfolgenden, etwas jüngeren, b'' — eines der jüngsten Blättchen. Os — Eispore. w w — Die spiraligen Hüllschläuche der Eispore. Kr — Krönchen. III. Eine reife Eispore. (Nach Dodel-Port, Atlas d. Bot. f. Hochschulen.).

Die Stengelstücke st zwischen je zwei auf einander folgenden Blattquirlen, d. h. die Internodien, bestehen aus einer großen Röhrenzelle, welche in der Axe des Internodiums von einem Blattquirl bis zum nächstfolgenden reicht, also etliche Centimeter lang werden kann. Um diese centrale Röhrenzelle gruppirt sich eine einzige Schichte kleiner Röhrenzellen, welche — dicht zusammenschließend — jene erstere rings einhüllen; man nennt diese peripherischen Röhrchen die Rindenzellen des Stengels. Aehnlich ist das Blatt gebaut, von dem in Fig. 117 bei II. ein Fragment im Querschnitte und in der Längs-Ansicht dargestellt ist. Hier sehen wir im Querschnitt links unten die axile große Röhrenzelle Ar umgeben von einer größern Zahl engerer Rindenzellen.

Die „Blättchen" (b, b, b,' b' b") welche in Quirlen an dem Blatte B stehen, sind ungleich groß und bestehen aus je einer einzigen röhrenförmigen, oben zugespitzten, unten mit breiter Basis aufsitzenden Zelle.

Das Blatt trägt im fertilen Zustand in jedem Blättchenquirl ein männliches und ein weibliches Organ. Das letztere, die sogen. Sporenknospe oder Eiknospe, haben wir bei Os dargestellt, während wir das männliche Organ an dieser Stelle absichtlich außer Acht ließen. Die Eiknospe zeigt in unserer Figur II eine eiförmige Gestalt und läßt deutlich eine centrale, sehr große, mit dunkelm Inhalt ausgestattete Zelle, die eigentliche Spore, die Eispore Os erkennen, welche von 5 schlauchartigen, spiralig ansteigenden Zellen w w rings eingehüllt erscheint. Am Scheitel des weiblichen Organes finden sich 5 senkrecht emporragende, kleinere Zellen, welche das sogen. Krönchen (Kr bei II. Fig. 117) darstellen. Im jungen Zustand sind alle diese Zellen mit Ausnahme der großen Sporenzelle Os lebhaft grün gefärbt, indem auf der Innenseite der Membran zahlreiche Chlorophyllkörner, meist in Reihen angeordnet, auf der Röhrenwand festhaften. Der übrige Raum der zumeist röhrenartig langgestreckten Zellen ist von einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt, in welcher größere und kleinere farblose Körner und Klumpen suspendirt sind.

Nun ist es eine der auffälligsten, fast wunderbar erscheinenden Thatsachen, daß in den lebenden Armleuchtergewächsen zur Zeit, da diese Pflanzen lebhaft vegetiren, fast alle Zellen im Inhalt eine lebhafte continuirliche Bewegung zeigen. Diese Bewegung wurde zum ersten Mal im Jahr 1773 von dem Italiener Corti entdeckt und im folgenden Jahr von ihm beschrieben. In Deutschland scheint diese Entdeckung nicht beachtet worden zu sein; denn es wird berichtet, daß Treviranus die Bewegung im Zell-Inhalt der Characeen anno 1807 entdeckte. Seither wurde dieses Phänomen der Rotationsströme von den verschiedensten Forschern untersucht und zum Theil sehr eingehend beschrieben. Ueber die Art dieser Bewegungen und die dabei sich geltend machenden Gesetze verbreiten sich namentlich zwei verdienstliche Abhandlungen von Alexander Braun (1852—1853) und von Carl Nägeli (1860).

Die eigenartige Erscheinung dieser Bewegung schien mir wichtig genug, um ihr in unserem Tafelwerk für Hoch- und Mittelschulen eine bildliche Darstellung zu widmen. Von jener Tafel sind die Abbildungen genommen, die hier in Fig. 117 zusammengestellt sind.

Wenn wir zu der Zeit, da die braunen Sporen- oder Eiknospen noch nicht ganz reif sind, ein einzelnes Blatt von der lebenden Chara fragilis sorgfältig wegschneiden und dasselbe in einen großem Tropfen Wasser unter das Mikroskop bringen, so bietet sich uns ein Schauspiel dar, welches in seiner Art einzig erscheint. Wir sehen durch die glashelle feste Wand der Röhrenzellen hindurch und erkennen zunächst sehr leicht die in

Längsreihen angeordneten grünen Chlorophyllkörner, welche ruhig der Innenseite der steifen Röhrenwand aufsitzen. Bei genauerer Betrachtung sehen wir zwischen den Reihen der grünen Körner hindurch in's Innere der Röhre, wo das wasserhelle Plasma mit sammt den darin suspendirten farblosen Körnchen in auf- und absteigender Bewegung begriffen ist. Letztere ist eine in sich selbst zurücklaufende Rotationsbewegung: während ein breiter Strom von Flüssigkeit auf der einen Längsseite der Röhrenzelle aufwärts steigt, bewegt sich ein eben solcher breiter Strom auf der andern Längsseite von Oben nach Unten; je nachdem wir die Einstellungsschraube am Mikroskop rechts oder links drehen, sehen wir bald den aufsteigenden, bald den absteigenden Strom. Verfolgen wir aber einen dieser beiden Ströme bis ans Ende der langgestreckten Zelle, so sehen wir dort den Strom überbiegen auf die andere Längsseite und wir überzeugen uns, daß beide Ströme zusammengehören, Ein und Dasselbe sind, m. a. W.: der Zellinhalt rotirt; er bewegt sich continuirlich als ein einziger, breiter, immer wieder in sich selbst zurücklaufender Strom was wir bei II. Fig. 117 durch die Pfeile angedeutet haben.

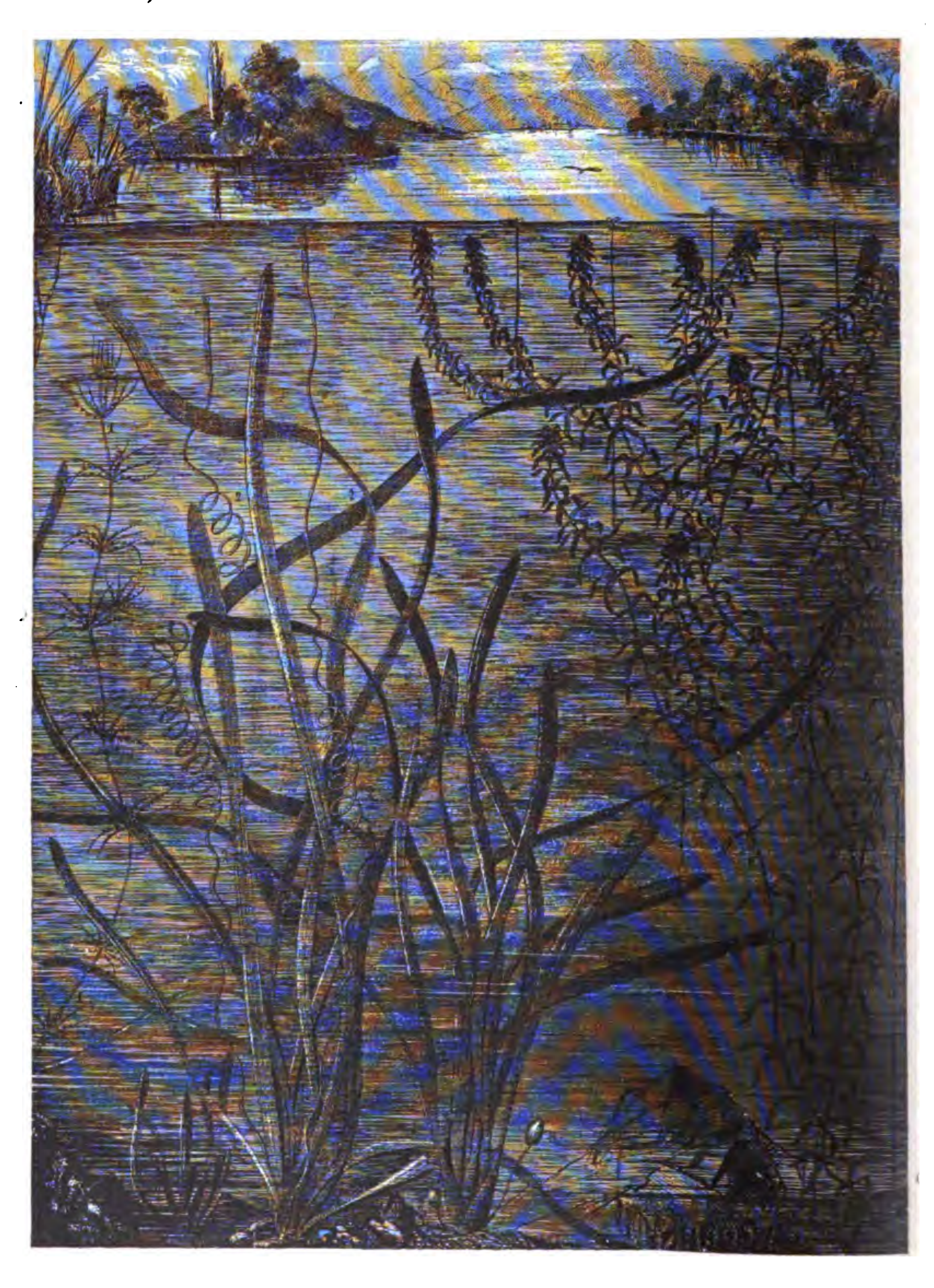
Gar wunderlich macht sich der Anblick der Bewegung in den dicht beisammenliegenden, engen, dünnröhrigen Rindenzellen des Stengels und der Blätter. Da sehen wir beispielsweise dort, wo vier Röhrenzellen, 2 von Oben und 2 von Unten kommend, zusammenstoßen, rings um den gemeinsamen Kreuzungspunkt der ins Geviert angeordneten Rindenzellen vier Strömchen von entgegengesetzten Richtungen zusammen- und dann wieder nach zwei Richtungen auseinander laufen, wie die Pfeile in unserer Figur bei r r andeuten.

Noch zierlicher gestalten sich die Rotationsströme in den 5 wendeltreppenartig ansteigenden Schlauchzellen der Eisporen-Rinde w w, wo die Ströme von Unten nach Oben auf der peripherischen Seite der spiraligen Röhrchen aufsteigen bis zu den Krönchenzellen Kr, wo sie dann umbiegen, um auf der Innenseite, auf der der Eispore zugekehrten Seite der Röhrchen abwärts zu wandern, hier wieder auf die pheripherische Seite umbiegend, um abermals nach Oben zu wandern. Auch in den 5 Zellen des Krönchens ist der Inhalt in Wanderung begriffen.

Genauere Untersuchungen von Alex. Braun und Carl Nägeli haben ergeben, daß diese Rotationsströme sich immer in der Richtung der Längsaxe der Zelle bewegen. Der Strom folgt der möglich-größten Bahn und bewegt sich — auf- und niedersteigend — um eine ruhende Flüssigkeitsschichte, welche die beiderlei Stromrichtungen trennt.

Die Temperatur hat einen großen Einfluß auf die Rotationsströmungen der Armleuchtergewächse. Bei einer Temperatur von 0 Grad hört bei den meisten Characeen die Rotation auf. Bei steigender Temperatur nimmt ihre Geschwindigkeit successive zu, um bei ca. 38 Grad Celsius das Maximum der Geschwindigkeit zu erreichen und dann bei höheren Wärmegraden rasch abzunehmen und bei ca. 42 Grad sistirt zu werden.

So lange die Zellen unserer Characeen lebendig sind, so lange dauert die Rotation des plasmatischen Inhaltes an. Hier ist das Leben durch sichtbare Bewegung zum Ausdruck gelangt. Freilich wissen wir über die bestimmenden Ursachen dieser Rotationsströme nichts Gewisses und muß Genaueres von weiteren Forschungen erwartet werden.



A. Dodel-Port ad naturam del. Caes. Schmid Edit.

Untergetauchte Süsswasserpflanzen.

1. Chara fragilis. 2. u. 3. Vallisneria spiralis. 4. Elodea canadensis.

3. Rotationsströmung in den Zellen verletzter oder abgeschnittener Blätter von Vallisneria spiralis und von Elodea canadensis (canad.: Wasserpest).
(Hierzu Tafel X.)

Wir haben auf Tafel X dieses Buches außer dem zerbrechlichen Armleuchter-gewächs (Chara fragilis Nr. 1) noch zwei weitere Wasserpflanzen abgebildet, die wohl manchem unserer Leser als zierliche Zimmeraquarium-Culturen schon längst bekannt sein dürften, nämlich die eigenthümliche Vallisneria spiralis (Nr. 2 und 3, in der Mitte des Bildes) und die in neuester Zeit berühmt und berüchtigt gewordene canadische Wasserpest, Elodea canadensis (Nr. 4, rechts).

Beide Gewächse sind bei den Pflanzen-Physiologen schon längst wegen der eigenthümlichen Bewegungserscheinungen in den lebenden Zellen verletzter oder abgeschnittener Blätter berühmt, beide gehören auch derselben natürlichen Pflanzen-Familie an und leben unter ähnlichen Existenzbedingungen.

Die Sumpfschraube (Vallisneria spiralis Tafel X, 2 und 3) wächst in Süd-Europa, z. B. von Padua bis Venedig, sehr häufig in Wassergräben, bei Treviso im Sile-Fluß, in der Südschweiz findet sie sich z. B. im Luganersee in der Bucht bei Capo Lago an seichten Stellen des klaren Sees. In allen botanischen Gärten Europa's und auch in vielen Privathäusern wird sie als Aquarium-Pflanze cultivirt und gelangt hier gelegentlich — freilich meist nur in weiblichen Exemplaren — zur Blüthe.

Sie wurzelt im Schlamm dieser Gewässer und besitzt im vegetativen Zustand das Aussehen einer Graspflanze. Alle ihre Blätter sind schmal, linealisch, gewöhnlich dreinervig, gegen die Spitzen nicht selten feingezähnelt, am obern Ende sind sie stumpf oder kurz zugespitzt. Sie ist diöcisch, d. h. die einen Stöcke bringen nur männliche Blüthen, die andern nur weibliche Blüthen hervor. Der männliche Blüthenschaft (Fig. 4 in Tafel X) ist kaum 2—3 Centimeter lang, der weibliche dagegen erreicht eine vielmal größere Länge, 30—50 oder noch mehr Centimeter, je nach der Tiefe des Wassers, in welchem sich die Pflanze angesiedelt hat. Zur Blüthezeit reißt sich der männliche Blüthenstand (ein Kolben mit zahlreichen kleinen Blüthchen) vom kurzen Schaft los und schwimmt mit Hülfe einer großen Luftblase, die in dem Blüthenstand abgeschieden wird, auf die Oberfläche des Wassers, wo sich die einzelnen kleinen Blüthchen an der Luft öffnen und ihre Pollensäcke entleeren. Die weiblichen Blüthen dagegen wachsen mit ihren langen, spiralig gekrümmten Stielen so lange fort, bis sie den Wasserspiegel erreichen. Dann erst öffnet sich die weibliche Blüthe, um vom Pollen der frei umherschwimmenden männlichen Blüthen bestäubt zu werden. Sobald das Letztere geschehen ist, ziehen sich die Spiralwindungen des weiblichen Blüthenstieles enger zusammen, so daß dann der bestäubte Theil unter Wasser gelangt, wo die Frucht sich entwickelt.

Schon diese biologischen Absonderlichkeiten machen die Sumpfschraube zu einem der interessantesten Cultur-Objekte. Für den Mikroskopiker gewinnt sie aber noch ungemein viel mehr an Werth durch den Umstand, daß in den lebenden Zellen von Blattfragmenten leicht Bewegungen wahrgenommen werden, welche im Wesentlichen mit denjenigen übereinstimmen, die man in den Zellen verletzter oder abgeschnittener Blätter der canadischen Wasserpest beobachtet und die wir im Folgenden zu beschreiben uns zur Aufgabe machen.

Die canadische Wasserpest (Elodea canadensis Fig. 4 Taf. X) stammt, wie der Name sagt, aus dem nördlichen Amerika, wo sie von Canada bis zum Mississippi

einheimisch ist. Nach Europa gelangte sie durch Zufall im Jahre 1836, wo sie unmittelbar nach der Anpflanzung nordamerikanischer Wasserpflanzen in einem Teiche Irlands Fuß zu fassen begann. In kurzer Zeit — noch im gleichen Jahre — ward jener Teich von ihr derart angefüllt, daß sie Alles überwucherte und daher bei der Ausreinigung ganze Wagenladungen fortgeschafft werden mußten. Fünf Jahre später fand sie sich zerstreut schon in mehreren Seen von Schottland und Irland. Von 1841 an bis zum Jahre 1854 verbreitete sie sich üppig wuchernd in dem Kanal-System von Mittel-England nach allen Richtungen in solchem Maße, „daß sie die Fischerei, die Schifffahrt, das Oeffnen und Schließen der Schleusen hinderte, ja hier und da den Abfluß des Wassers aufstaute und dadurch Ueberschwemmungen veranlaßte." Hierdurch erwarb sie sich den Namen „Wasserpest". — Im Jahre 1854 ließ sich ein Berliner Botaniker die Pflanze zur Untersuchung aus England schicken; in diesem Jahre gelangte die Wasserpest also zum ersten Male auf das europäische Festland, welches bis jetzt von ihr verschont blieb. Im Jahre 1857 hatte sich Elodea canadensis bereits bei Sanssouci in der Nähe von Potsdam im Schlamme angesiedelt; von hier aus sich rasch weiter ausbreitend war sie bis 1864 schon in die Havelseen eingedrungen, wo sie, wie vorher in England, Alles überwucherte und den vorher klaren Wasserspiegel in ein wiesenähnliches Grün verwandelte. „Bald zeigte sie sich im ganzen Lauf der Havel, von ihrer Quelle an der mecklenburgischen Grenze bis zu ihrer Mündung, ebenso in der Spree und allen mit ihnen in Verbindung stehenden Kanälen; ja sie drang selbst in die Elbe vor, in Hamburg nahm sie vom Alster-Bassin Besitz. Von Stettin aus hat sie in der Damm'schen See, Oder und Dievenow, und von Breslau aus in zahlreichen Teichen Schlesiens sich eingenistet, von Gent aus hatte sie schon 1858 die flandrischen Kanäle in Beschlag genommen (Cohn).

Seit einigen Jahren zeigt sich die Wasserpest auch in Züricher Gewässern, so im untern, der Stadt zunächst gelegenen Theil des Sees, dann im Ausfluß des Sees, der als „Limmath" die Stadt durchfließt. Im Sommer 1881 waren manche Partieen des Zürichersees so von ihr erfüllt, daß kleine Schiffe im Dickicht desselben stecken blieben und ganze Schiffsladungen weggeführt werden mußten. Hier gelangte sie denn auch im gleichen (sehr warmen) Sommer zur Blüthe.

Es ist kein Zweifel, daß Elodea canadensis, die sich in Europa nur durch Sprosse und Knospen vermehrt, in wenig Jahren den größten Theil von Deutschland, Oesterreich, von der Schweiz und wohl auch von Frankreich, Italien und Ungarn erobert haben wird. Sie scheint überhaupt alle Anlagen zu einem Kosmopolit zu haben. Seichte, stagnirende und langsam fließende Süßwasser mit sandigem oder schlammigem Grunde scheinen die einzigen Existenzbedingungen dieser Pflanze zu sein. Sie verträgt zu ihrer Vegetation alle Wärmegrade vom Eispunkt an bis zur tropischen Temperatur von 24—34° Celsius. Ein kleiner, mit Sand oder gewöhnlicher Dammerde gefüllter Blumentopf im Aquariumgrunde dient ihr als geeigneter Standort bei Zimmer-Cultur. Jahraus, jahrein im Wasser untergetaucht, verlangt sie keiner weiteren Pflege, sondern sproßt und vegetirt in's Unendliche. Unsere Leser werden sich die interessante Pflanze also sehr leicht beschaffen und zu eigener Beobachtung halten können. —

Ich habe unter Nr. 4 in Taf. X den Habitus eines üppig vegetirenden weiblichen Exemplars nach lebenden Pflanzen dargestellt. Der schlanke, oft viele Fuß Länge erreichende, hellgrüne, saftige Stengel ist sehr zerbrechlich, senkrecht oder schief vom Grunde aufsteigend, zweigabelig verzweigt, in seiner ganzen Länge bis in die höheren, jüngeren

Regionen hinauf gleich dick und in regelmäßigen Abständen mit meist dreizähligen Blattquirlen versehen. Da und dort entspringt im Winkel der Gabeläste eine lange, röthlich gefärbte, senkrecht abwärts bis zum schlammigen Grund reichende Wurzel.

Die grünen Laubblätter (s. nebenstehende Figur 118) sind länglich bis lineal-lanzettlich, spitz, nach Vorn verschmälert, am Rande kleingesägt von zahnartig vorspringenden Blattrandzellen (z z in Fig. 119) und bestehen mit Ausnahme des Randes und der Mittelrippe aus zwei Schichten eng miteinander verbundener Zellen. Diejenige Zellschichte, welche die Oberseite des Blattes bildet, besteht aus parallelepipedischen Zellen von beträchtlichen Dimensionen, die Zellen der Blattunterseite sind dagegen bedeutend kleiner, im Uebrigen aber gleichgestaltet wie jene ersteren.

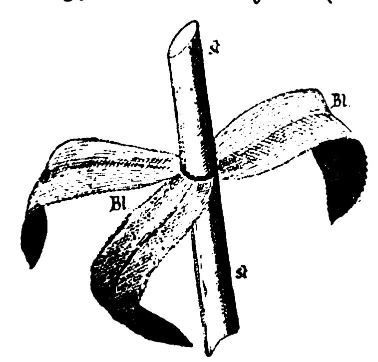


Fig. 118. Ein dreizähliger Blattquirl der canadischen Wasserpest, Elodea canadensis (vergrößert nach der Natur gezeichnet).

In allen Blattzellen, auch in den zähnig vorspringenden Zellen des Randes (z z Fig. 119) finden sich zahlreiche grüngefärbte Plasmakörner, sog. Chlorophyllkörner, die jedoch nicht immer die gleiche Lage beibehalten, sondern in Folge verschiedener Beleuchtung und mechanischer Eingriffe leicht ihre gegenseitige Stellung und die Art ihrer Lagerung und Vertheilung auf der Innenseite der Zellwände ändern. Die Anordnung und die Ortsveränderung der Chlorophyllkörner ist in den Zellen der **Blattoberseite** wegen der größeren Weite derselben viel deutlicher als in den schmalen Zellen der Blattunterseite. Ich habe daher in Fig. 119 die diesbezüglichen Verhältnisse in einem Fragment der Blattoberseite und zwar aus der Nähe des gezähnten Blattrandes, sowie diesen letzteren selbst zur Darstellung gebracht.

Wenn wir ausgewachsene grüne Blätter von der lebenden Pflanze ohne weitere Präparation so unter das Mikroskop bringen, daß die Oberseite der im Wasser liegenden Objekte dem Deckglas zugekehrt ist, so erkennt man schon bei mittelstarker Vergrößerung das Gefüge der diesseitigen Zellschichte. Die Mitte des Blattes wird der Länge nach, von der Basis bis zur Blattspitze, von einem aus mehreren Zellschichten zusammengesetzten Faserstrang durchzogen. Rechts und links von diesem Mittelnerv besteht die Zellschichte der Blattoberseite aus größeren, weiteren, in der Flächenansicht oft quadratisch aussehenden Zellen, die ziegelsteinartig an einander gefügt sind. Jede dieser Zellen wird von einer farblosen, glashellen, doppelt conturirten Membran begrenzt; wo benachbarte Zellen an einander stoßen, dient dasselbe Membranstück für beide sich berührende Zellen. Da letztere im Ganzen und Großen die Gestalt eines Ziegelsteines besitzen, so müssen wir an jeder Zelle 6 verschiedene Wandflächen unterscheiden, von denen 4 senkrecht zur Blattoberfläche stehen und die wir daher **Seitenwände** nennen. Sie werden bei der Flächenansicht des ganzen Laubblattes **allein** gesehen, während die zwei andern Wandflächen parallel zur Blattoberfläche vorlaufen: die eine von diesen zweien fällt in die Außenfläche des Blattes selbst und soll kurzweg **Außenwand** genannt werden, die andere liegt tiefer, rückwärts, im Innern des Blattes und grenzt an die Zellen der Blattunterseite; wir nennen sie kurzweg **Rückenwand**.

Während die Seitenwände (sw sw Fig. 119) bei mittlerer Einstellung alle auf einmal im optischen Schnitt gesehen werden und als farblose, zwischen zwei parallel neben

einander laufenden Linien liegende Streifen erscheinen, können wir die parallel mit dem Deckglas verlaufende Außenwand und die Rückenwand wegen der Frontlage in Folge ihrer glashellen Farblosigkeit nicht direkt wahrnehmen, es sei denn, daß wir es mit einer zerrissenen todten Zelle, deren Wände in Folge Absterbens bräunlich geworden, zu thun haben, wie dies in Fig 119 bei T T der Fall ist, wo wir die Außenwand punktirt gezeichnet haben.

Gegen den Blattrand hin nehmen die Zellen der Blattoberseite eine schmälere, langgestreckte Form an; die Längsaxe dieser Zellen verläuft in der Längsrichtung des Blattes. Am Blattrande selbst findet sich eine Zellreihe, in welcher abwechselnd je die 2. oder 3. Zelle in einen schief nach Vorn und Außen gerichteten Zahn (z z Fig. 119) ausgewachsen ist.

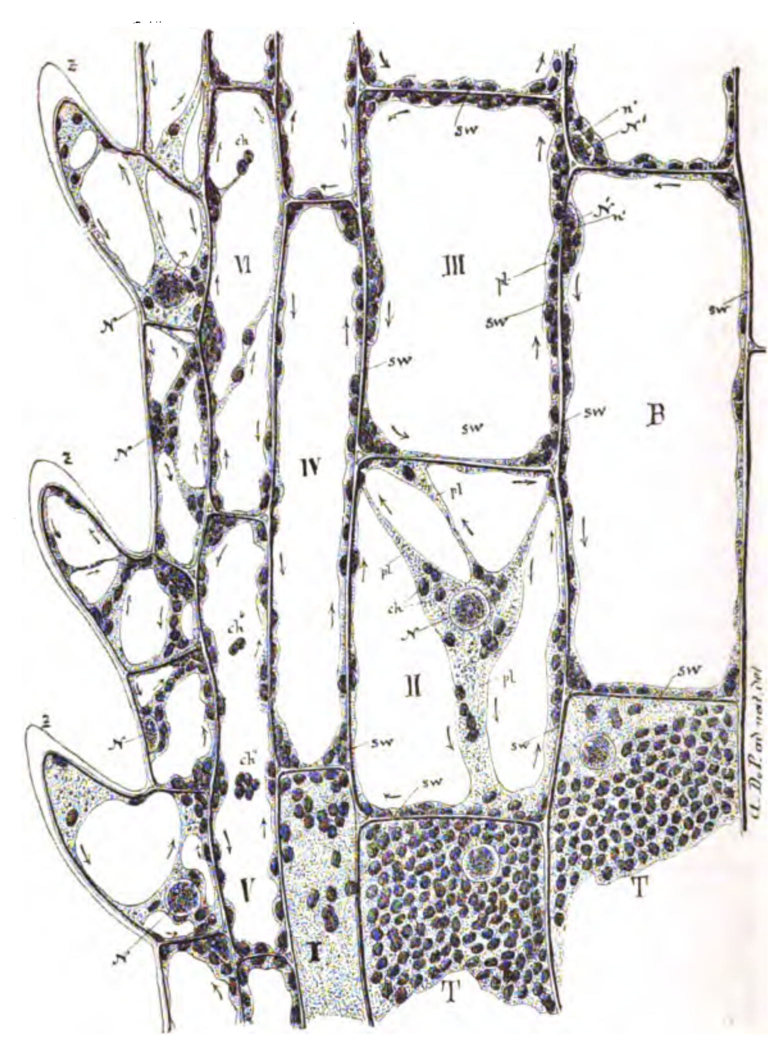


Fig. 119. Zellen der Blattoberseite und des Blattrandes von Elodea canadensis, mit rotirenden und circulirenden Plasmasträngen. (Nach Dobel-Port, Atlas für Hoch- und Mittelschulen.)

Alle Zellen ohne Unterschied stimmen darin überein, daß sie im lebenden Zustand von einer farblosen, wasserhellen Flüssigkeit erfüllt sind, während die Innenseite der Zellwände von einer dünnen Schichte farblosen Wandplasma's austapezirt erscheint. In diesem, von kleinen farblosen Körnchen durchsetzten Wandplasma liegt die größte Zahl der grünen, assimilirenden, linsen- oder eiförmigen Chlorophyllkörner (ch ch Fig. 119) und der in jeder Zelle vorhandene, meist linsenförmige Zellkern (N N).

Unmittelbar nachdem wir das frisch abgeschnittene Blatt von Elodea canadensis (in Wasser liegend und vom Deckglas bedeckt) unter das Mikroskop gebracht haben, finden

wir die Chlorophyllkörner in einer fast lückenlosen, einfachen Lage in der Plasmaschichte der in die Blattoberseite fallenden Außenwand, bald in dichtgedrängter Stellung, so daß sich die grünen Körner mit ihren Rändern fast berühren, bald mehr zerstreut stehend, aber immer so, daß die Abstände zwischen den grünen Körnern gleich groß sind. Immer liegen letztere mit ihrem größten Durchmesser der Zellwand parallel und sie befinden sich in Ruhe (so bei T T Fig. 119).

Häufig, aber nicht immer, trifft man auch den Zellkern auf der Innenseite der Außenwand, neben den Chlorophyllkörnern im Wandplasma liegend (N bei T Fig. 119). Da derselbe linsenförmig ist und ebenfalls mit der Breitseite der Außenwand anliegt, so erscheint er uns in der Flächenansicht kreisrund. Er besteht aus feinkörnigem, farblosem Protoplasma und besitzt ein excentrisches, kugelförmiges, stark lichtbrechendes Kernkörperchen. Ich habe in den beiden Zellfragmenten T T Fig. 119, wo in Folge eines Risses der ganze Wandbeleg plötzlich getödtet und die ursprüngliche Lage der Chlorophyllkörner und des Zellkernes nur wenig alterirt wurde, die im Vorstehenden signalisirte Normalstellung der geformten Plasmatheile illustrirt. Auf den Seitenwänden finden sich hier keine Chlorophyllkörner, oder nur ausnahmsweise hier und da ein solches. Auch auf der Rückenwand fehlen die grünen Körner entweder ganz oder doch fast vollständig. Frank hat gezeigt, daß auch in Blättern, welche mit der Pflanze noch zusammenhängen, die nämlichen Zustände wie im eben frisch abgeschnittenen, unter dem Mikroskop liegenden Blatt gefunden werden. Dem gleichen Beobachter verdanken wir die anschauliche Beschreibung der hier nun zur Sprache kommenden Bewegungs-Erscheinungen. Unsere eigenen Beobachtungen, die wir zum Zwecke der Herstellung unseres Atlas für Hoch- und Mittelschulen anstellen mußten, stimmen mit den Frank'schen Angaben überein. Wir lehnen uns daher im Folgenden an die letztere an:

In der Regel schon wenige Minuten nach Herstellung des Präparates bemerkt man Bewegung in die Chlorophyllkörner und Unordnung in ihre Stellung gerathen. Man sieht an einer oder an einigen Stellen der Außenwand einige Körner weiter von einander rücken und andere entsprechend sich nähern. Auch rutschen manche Chlorophyllkörner schon jetzt auf eine Seitenwand, meistens aber werden zunächst an der Außenwand die grünen Plasmakörner an gewissen Stellen zusammengeschwemmt, bald vorwiegend in einen, bald in mehrere, aber nicht scharf umschriebene Haufen, bald auch mehr in Quer- oder in einen Längsstreifen, oder es sind solche Haufen nach einer oder mehreren Seiten hin zu einem Streifen verdünnt. Es ist überaus deutlich, daß diesen Anhäufungen von Chlorophyllkörnern eine Häufung schleimigen Protoplasmas an diesen Stellen entspricht. Bei hinreichend starker Vergrößerung und guter Beleuchtung kann man unschwer Theile des bis dahin gleichmäßig vertheilten feinkörnigen Protoplasma's sich zu dünneren oder dickeren Ballen oder zu Strängen zusammenziehen sehen, wobei die eingebetteten großen Chlorophyllkörner passiv von ihrer Stelle gerückt werden. Man sieht nun aber auch in diesen Strängen eine innere Strömung beginnen, in Folge welcher die Chlorophyllkörner langsam in Bewegung gerathen. Dabei ist es überaus deutlich, wie ausnahmslos die Richtung, in welcher die grünen Körner sich bewegen, dieselbe ist, wie die, in welcher der zähflüssige Protoplasmaschleim fließt.

Die Ströme verändern fortwährend ihre Lage, manche verzweigen sich, andere verschwinden, während wieder neue auftreten. Die Lage und Richtung der Ströme ist eine sehr mannigfaltige: manche gehen unter der Außenwand querüber von einer Seiten-

wand nach der entgegengesetzten Seite in gerader oder in schiefer Richtung, meist aber senkt sich der Strom von einer Stelle der Außenwand anhebend in schiefer Richtung in tiefere Gegenden der Zelle, nach der Rückenwand oder ungefähr nach der Kante zwischen dieser und einer Seitenwand (vergl. in Zelle II Fig. 119 die beiden schief nach Oben und in die linke Ecke sich bewegenden Plasmaströme pl pl). In allen solchen Strömen werden vielfach auch Chlorophyllkörner mit fortbewegt und zwar entsprechend der Richtung und Lage dieser Ströme ohne bestimmtes Ziel. Zu einer gewissen Zeit werden z. B. eine Anzahl grüner Körner nach einer Seite hin oder nach dem Hintergrund geschwemmt, während bald darauf durch einen neu entstandenen Plasmastrom andere oder vielleicht dieselben Chlorophyllkörner wieder an die Außenwand zurückgetrieben werden. So geschieht es auch zuweilen, daß vorübergehend einmal alle grünen Körner wieder von der Außenwand verschwunden sind, nach kurzer Zeit werden aber wieder welche dahin gebracht, um daselbst eine Zeit lang zu liegen oder umhergetrieben zu werden, und so kann sich auf einer schon leer gewesenen Außenwand wieder eine ziemliche Anzahl Körner ansammeln. In dieser Weise geht das Spiel der Bewegungen eine Zeit lang fort, bis endlich nach 1—2 Stunden ein neuer Zustand angebahnt wird.

Unverkennbar wird nämlich die Anzahl der momentan an der Außenwand befindlichen Chlorophyllkörner im Allgemeinen immer geringer, während sich dieselben an den Seiten- und Hinterwänden immer mehr anhäufen. Eine genaue Betrachtung lehrt aber auch, daß die Strömchen unter der Außenwand immer seltener werden (Zelle II in Fig. 119). Man sieht nämlich, wie dieselben ihre Lage entweder so verändern, daß sie sich der um die Seitenwände vertheilten Protoplasma-Masse einlagern, oder wie diejenigen Strömchen, welche von der Außenwand nach der Seite oder nach Hinten fließen, rückwärts aufhören und also ebenfalls von der an der Seite oder auf der Rückenwand liegenden Masse des Protoplasmas vollständig aufgenommen werden. In dem Maße nun, als dieses Fliehen des Protoplasmas und der Chlorophyllkörner von der Außenwand vollständiger wird, beginnt in den jetzt an den Seitenwänden (sw sw in Fig. 119) angehäuften Massen eine neue Erscheinung, nämlich eine rings herum laufende Rotation des plasmatischen Wandbeleges sammt den darin eingebetteten Chlorophyllkörnern, eine Erscheinung, die längst auch in den Blattzellen der Sumpfschraube (Vallisneria spiralis) beobachtet wurde.

Die Rotation bildet sich aber erst allmählig aus; zunächst sieht man nur an diesem oder jenem Punkte des Umfanges der Zelle schwache Ansätze einer solchen hervortreten, die an einer sehr trägen Fortbewegung dieses oder jenes grünen Kornes parallel der Seitenwand sichtbar wird. Es gerathen aber in der Folge immer mehr Körner in gleiche oder gleichförmige Bewegung und die letztere wird immer beschleunigter, bis endlich alle an den Seitenwänden liegenden Chlorophyllkörner in je nach der Temperaturhöhe verschieden lebhafter Rotation begriffen sind. Dabei macht man unschwer die Beobachtung, daß die den Seitenwänden aufliegende, in strömender Bewegung begriffene Plasmaschichte, in welcher die Chlorophyllkörner mit fortgeführt werden, jetzt gerade relativ mächtig geworden ist.

Ist die Rotation einmal im vollen Gange, so bemerkt man in der Regel auch keine an der Außenwand oder durch die Zellhöhle hingehenden Protoplasma-Strömchen mehr. Nur im Uebergangsstadium, wie z. B. in Zelle II Fig. 119 zu sehen ist, können beiderlei Erscheinungen gelegentlich wahrgenommen werden.

Bis zum Eintritt der lebhaftesten Rotation sind auch in der Regel sämmtliche Chlorophyllkörner von der Außenwand verschwunden, oder es ist wohl noch eins oder auch ein Paar daselbst sitzen geblieben (wie in Zelle V Fig. 119); aber diese liegen dann dauernd in Ruhe. Auf der Rückenwand bemerkt man häufig eine größere Anzahl von grünen Körnern, die unregelmäßig gehäuft oder zerstreut liegen, auch diese sind unbeweglich.

Ist die Rotation einmal im Gange, so bleibt sie es dauernd, ebenso wie auch die Chlorophyllkörner in ihrer nunmehrigen Anordnungsweise unverändert verharren. Es wird also überhaupt der Zustand der Zelle, wie er sich beim Eintritt der Rotation ausbildet, ein constanter. In abgeschnittenen Blättern, welche in Wasser unter Deckglas lagen, erhielt Frank die Zellen viele Tage lang am Leben, ein Umstand, der dieses Untersuchungsobjekt für die Beobachtung ungemein werthvoll macht.

Die beschriebenen Uebergänge aus dem Ruhezustand des wandständigen Protoplasmas und der darin eingebetteten Chlorophyllkörner und des Zellkerns in den Zustand ununterbrochener Rotation vollziehen sich in der Regel nicht genau gleichzeitig in allen Zellen des abgeschnittenen Blattes. Den Anfang machen in der Regel die der Wundstelle zunächst gelegenen Zellen, während diejenigen der Blattspitze und ihrer nächsten Partie etwas später nachfolgen. Auch in den Querzonen des Blattes befinden sich die Zellen im Allgemeinen nicht in ganz gleichen Stadien. Die der Mittelrippe und dem gesägten Blattrand zunächst liegenden beginnen die Veränderungen früher als die mehr isodiametrischen Zellen der Blattoberfläche zwischen Rippe und Rand. Dies trifft auch dann zu, wenn wir ein frisch abgeschnittenes Blatt durch kreuzende Schnitte in mehrere Stücke zerlegen und letztere einzeln beobachten.

Hinsichtlich der Rotationsrichtung besteht keine bestimmte Beziehung zwischen den benachbarten Zellen; sowohl zwei seitlich als auch zwei in longitudinaler Richtung verbundene Zellen (letztere stehen in Längsreihen) können gleichförmige wie entgegengesetzte Rotation haben, so daß es ebenso gut Zellwände gibt, auf deren beiden Seiten die Plasmaströme gleichgerichtet sind, wie solche, an denen dieselben in entgegengesetzten Richtungen fließen. Im einen, wie im andern Fall ist das Schauspiel ein ungewohnt interessantes und belebtes, wenn man gleichzeitig die Rotation in mehreren Zellen auf einmal überschaut.

In den zu spitzen Zähnen (z z Fig. 119) ausgewachsenen Zellen des Blattrandes ist das Protoplasma des Wandbeleges in anastomosirende Stränge verdickt, in denen langsame Circulations-Bewegungen ähnlicher Art wahrgenommen werden, wie in den Zellen der Staubfadenhaare von Tradescantia und Erythrotis, von welchen wir unten eingehender reden werden. Auch hier — in den zähnigen Randzellen des Elodea-Blattes, sind die wenigen Chlorophyllkörner in der Regel den circulirenden Plasmasträngen eingebettet, ebenso der Zellkern, der ähnlich wie die Chlorophyllkörner und die stets wechselnden Ströme seine Lage bald langsam, bald schneller wechselt, wie aus Fig. 119, wo die Pfeile jeweilen die Stromrichtung des beweglichen Plasmas andeuten, leicht zu ersehen ist. Verfolgen wir die Veränderungen im Zellinhalte eines frisch abgeschnittenen Blattes von Anfang an bis zum Eintritt der continuirlichen Rotation in den größern Blattzellen zwischen Rand und Mittelrippe, so haben wir während der Fixirung der dem Blattrande angehörenden und ihm zunächst liegenden Zellen reichlich Gelegenheit, alle möglichen Uebergangsstadien zwischen ausgesprochener Circulation einerseits und Rotation anderseits wahrzunehmen, wobei sich Bilder ergeben, wie das in Fig. 119 dargestellte.

wand nach der entgegengesetzten Seite in gerader oder in schiefer Richtung, meist aber senkt sich der Strom von einer Stelle der Außenwand anhebend in schiefer Richtung in tiefere Gegenden der Zelle, nach der Rückenwand oder ungefähr nach der Kante zwischen dieser und einer Seitenwand (vergl. in Zelle II Fig. 119 die beiden schief nach Oben und in die linke Ecke sich bewegenden Plasmaströme pl pl). In allen solchen Strömen werden vielfach auch Chlorophyllkörner mit fortbewegt und zwar entsprechend der Richtung und Lage dieser Ströme ohne bestimmtes Ziel. Zu einer gewissen Zeit werden z. B. eine Anzahl grüner Körner nach einer Seite hin oder nach dem Hintergrund geschwemmt, während bald darauf durch einen neu entstandenen Plasmastrom andere oder vielleicht dieselben Chlorophyllkörner wieder an die Außenwand zurückgetrieben werden. So geschieht es auch zuweilen, daß vorübergehend einmal alle grünen Körner wieder von der Außenwand verschwunden sind, nach kurzer Zeit werden aber wieder welche dahin gebracht, um daselbst eine Zeit lang zu liegen oder umhergetrieben zu werden, und so kann sich auf einer schon leer gewesenen Außenwand wieder eine ziemliche Anzahl Körner ansammeln. In dieser Weise geht das Spiel der Bewegungen eine Zeit lang fort, bis endlich nach 1—2 Stunden ein neuer Zustand angebahnt wird.

Unverkennbar wird nämlich die Anzahl der momentan an der Außenwand befindlichen Chlorophyllkörner im Allgemeinen immer geringer, während sich dieselben an den Seiten- und Hinterwänden immer mehr anhäufen. Eine genaue Betrachtung lehrt aber auch, daß die Strömchen unter der Außenwand immer seltener werden (Zelle II in Fig. 119). Man sieht nämlich, wie dieselben ihre Lage entweder so verändern, daß sie sich der um die Seitenwände vertheilten Protoplasma-Masse einlagern, oder wie diejenigen Strömchen, welche von der Außenwand nach der Seite oder nach Hinten fließen, rückwärts aufhören und also ebenfalls von der an der Seite oder auf der Rückenwand liegenden Masse des Protoplasmas vollständig aufgenommen werden. In dem Maße nun, als dieses Fliehen des Protoplasmas und der Chlorophyllkörner von der Außenwand vollständiger wird, beginnt in den jetzt an den Seitenwänden (sw sw in Fig. 119) angehäuften Massen eine neue Erscheinung, nämlich eine rings herum laufende Rotation des plasmatischen Wandbeleges sammt den darin eingebetteten Chlorophyllkörnern, eine Erscheinung, die längst auch in den Blattzellen der Sumpfschraube (Vallisneria spiralis) beobachtet wurde.

Die Rotation bildet sich aber erst allmählig aus; zunächst sieht man nur an diesem oder jenem Punkte des Umfanges der Zelle schwache Ansätze einer solchen hervortreten, die an einer sehr trägen Fortbewegung dieses oder jenes grünen Kornes parallel der Seitenwand sichtbar wird. Es gerathen aber in der Folge immer mehr Körner in gleiche oder gleichförmige Bewegung und die letztere wird immer beschleunigter, bis endlich alle an den Seitenwänden liegenden Chlorophyllkörner in je nach der Temperaturhöhe verschieden lebhafter Rotation begriffen sind. Dabei macht man unschwer die Beobachtung, daß die den Seitenwänden aufliegende, in strömender Bewegung begriffene Plasmaschichte, in welcher die Chlorophyllkörner mit fortgeführt werden, jetzt gerade relativ mächtig geworden ist.

Ist die Rotation einmal im vollen Gange, so bemerkt man in der Regel auch keine an der Außenwand oder durch die Zellhöhle hingehenden Protoplasma-Strömchen mehr. Nur im Uebergangsstadium, wie z. B. in Zelle II Fig. 119 zu sehen ist, können beiderlei Erscheinungen gelegentlich wahrgenommen werden.

Bis zum Eintritt der lebhaftesten Rotation sind auch in der Regel sämmtliche Chlorophyllkörner von der Außenwand verschwunden, oder es ist wohl noch eins oder auch ein Paar daselbst sitzen geblieben (wie in Zelle V Fig. 119); aber diese liegen dann dauernd in Ruhe. Auf der Rückenwand bemerkt man häufig eine größere Anzahl von grünen Körnern, die unregelmäßig gehäuft oder zerstreut liegen, auch diese sind unbeweglich.

Ist die Rotation einmal im Gange, so bleibt sie es dauernd, ebenso wie auch die Chlorophyllkörner in ihrer nunmehrigen Anordnungsweise unverändert verharren. Es wird also überhaupt der Zustand der Zelle, wie er sich beim Eintritt der Rotation ausbildet, ein constanter. In abgeschnittenen Blättern, welche in Wasser unter Deckglas lagen, erhielt Frank die Zellen viele Tage lang am Leben, ein Umstand, der dieses Untersuchungsobjekt für die Beobachtung ungemein werthvoll macht.

Die beschriebenen Uebergänge aus dem Ruhezustand des wandständigen Protoplasmas und der darin eingebetteten Chlorophyllkörner und des Zellkerns in den Zustand ununterbrochener Rotation vollziehen sich in der Regel nicht genau gleichzeitig in allen Zellen des abgeschnittenen Blattes. Den Anfang machen in der Regel die der Wundstelle zunächst gelegenen Zellen, während diejenigen der Blattspitze und ihrer nächsten Partie etwas später nachfolgen. Auch in den Querzonen des Blattes befinden sich die Zellen im Allgemeinen nicht in ganz gleichen Stadien. Die der Mittelrippe und dem gesägten Blattrand zunächst liegenden beginnen die Veränderungen früher als die mehr isodiametrischen Zellen der Blattoberfläche zwischen Rippe und Rand. Dies trifft auch dann zu, wenn wir ein frisch abgeschnittenes Blatt durch kreuzende Schnitte in mehrere Stücke zerlegen und letztere einzeln beobachten.

Hinsichtlich der Rotationsrichtung besteht keine bestimmte Beziehung zwischen den benachbarten Zellen; sowohl zwei seitlich als auch zwei in longitudinaler Richtung verbundene Zellen (letztere stehen in Längsreihen) können gleichförmige wie entgegengesetzte Rotation haben, so daß es ebenso gut Zellwände gibt, auf deren beiden Seiten die Plasmaströme gleichgerichtet sind, wie solche, an denen dieselben in entgegengesetzten Richtungen fließen. Im einen, wie im andern Fall ist das Schauspiel ein ungewohnt interessantes und belebtes, wenn man gleichzeitig die Rotation in mehreren Zellen auf einmal überschaut.

In den zu spitzen Zähnen (z z Fig. 119) ausgewachsenen Zellen des Blattrandes ist das Protoplasma des Wandbeleges in anastomosirende Stränge verdickt, in denen langsame Circulations-Bewegungen ähnlicher Art wahrgenommen werden, wie in den Zellen der Staubfadenhaare von Tradescantia und Erythrotis, von welchen wir unten eingehender reden werden. Auch hier — in den zähnigen Randzellen des Elodea-Blattes, sind die wenigen Chlorophyllkörner in der Regel den circulirenden Plasmasträngen eingebettet, ebenso der Zellkern, der ähnlich wie die Chlorophyllkörner und die stets wechselnden Ströme seine Lage bald langsam, bald schneller wechselt, wie aus Fig. 119, wo die Pfeile jeweilen die Stromrichtung des beweglichen Plasmas andeuten, leicht zu ersehen ist. Verfolgen wir die Veränderungen im Zellinhalte eines frisch abgeschnittenen Blattes von Anfang an bis zum Eintritt der continuirlichen Rotation in den größern Blattzellen zwischen Rand und Mittelrippe, so haben wir während der Fixirung der dem Blattrande angehörenden und ihm zunächst liegenden Zellen reichlich Gelegenheit, alle möglichen Uebergangsstadien zwischen ausgesprochener Circulation einerseits und Rotation anderseits wahrzunehmen, wobei sich Bilder ergeben, wie das in Fig. 119 dargestellte.

Diese Bewegungs-Erscheinungen des lebendigen, in seinen bisherigen Beziehungen zum ganzen Pflanzenkörper durch die Lostrennung und das Zerschneiden des Blattes gestörten Protoplasmas sind an und für sich schon interessant; sie beanspruchen aber von jedem Beobachter um so mehr Interesse, als hier nicht blos farbloses, peripherisch im Innern der Zelle eingeschlossenes Plasma, wie bei Chara (Fig. 117) in Bewegung geräth, sondern auch die großen Chlorophyllkörner und der noch größere Zellkern passiv in die Wanderung mit hineingezogen werden.

Die rotirenden Chlorophyllkörner kehren dem Beschauer selbstverständlich die Schmalseite zu, sind daher nur im Profil zu sehen. Das Gleiche gilt von dem rotirenden Zellkern, der mit seiner Breitseite auf den Seitenwänden der Zelle hingleitet. Häufig stauen sich nicht allein die Wellen werfenden, wandernden, feinkörnigen und farblosen Partieen des Wandplasmas, sondern auch die mitwandernden Chlorophyllkörner zu langsam dahinrutschenden Haufen, wie in unserer Figur an mehreren Stellen angedeutet ist. Ebenso häufig stauen sich die wandernden, lebhaft vorwärts gleitenden Chlorophyllkörner am träge dahin glitschenden Zellkern, diesen oft ganz bedeckend und mit ihm zusammen einen momentan in seiner Bewegung verzögerten Klumpen bildend. Nicht selten bleiben einzelne Chlorophyllkörner, oder der isolirt gleitende Zellkern in einer Ecke zwischen Längs- oder Querwand für einige Augenblicke liegen, oft durch den ziehenden Druck des rotirenden Plasmastromes für Momente in den Formen sich verändernd, bis sie langsam und allmählig aus dem Winkel wieder auf die flache Wand vorrücken, dort ihr Linsen-Profil wieder annehmend und abermals in eine lebhaftere Bewegung gerathend.

Das Fliehen der Chlorophyllkörner von den mit der Blattoberseite parallelen Zellwandflächen auf die seitlichen Wände, wobei die grünen Körner zur Flächenansicht des Organes Profilstellung einnehmen, ist nicht allein bei Elodea, sondern auch bei andern grünen Pflanzen beobachtet worden. In vielen Fällen vollzieht sich diese Flucht unter dem Einfluß verschiedener Lichtintensitäten, wie Frank und Stahl an zahlreichen Beispielen gezeigt haben.

4. Circulations-Strömungen in den lebendigen Zellen der Staubfadenhaare von **Tradescantia** und **Erythrotis** (Cyanotis).

Nicht minder interessant, als die oben geschilderten Rotationserscheinungen sind jene Bewegungen in lebenden Pflanzenzellen, die man unter dem Ausdruck „Circulation des Plasmas" beschrieben hat. Dabei sind es nicht breite Ströme, welche etwa eine ganze Wandfläche bedecken und von dieser aus über andere Partieen der Zellmembran hinwegfließen, um in einem continuirlichen Strom immer wieder in sich selbst zurückkehren, sondern es sind mehr oder weniger zahlreiche dünne Plasmastränge von verschiedener Mächtigkeit und verschiedener Configuration, welche meist vom Zellkern ausgehen in alle entfernteren Theile der Zelle, um von dort wieder zum Zellkern zurückzukehren und dann abermals, häufig auf verändertem Wege ihre Wanderung anzutreten, ähnlich wie das Blut vom Herzen aus in alle Theile des Körpers strömt und von hier wieder zum Centralorgan des Blutumlaufes zurückkehrt. Dieser Vergleich ist allerdings kein in allen Theilen zutreffender, aber er erklärt in befriedigender Weise den Ausdruck „Circulation" im Gegensatz zur Rotation.

Seit lange ist die Circulation des Plasmas in lebenden Zellen verschiedener

Pflanzenhaare bekannt; am berühmtesten ist diejenige geworden, welche man in den Zellen der Staubfadenhaare einer nordamerikanischen Pflanze, Tradescantia virginica, die häufig in botanischen und Ziergärten wegen ihrer schönen Blüthen cultivirt wird, beobachtet hat. Es sind über diese wunderbaren, sehr leicht zu beobachtenden Plasma-Circulationen viele Abhandlungen geschrieben worden, die zusammen einen dicken Band ausmachen würden. Jeder Botaniker **muß** diese Circulation kennen. Im November 1881 entdeckte ich dieselbe Plasma-Circulation, wie sie in den Staubfadenhaaren der virginischen Tradescantia beobachtet und beschrieben wurde, an einer andern Pflanze aus derselben Familie (Commelineen), die damals im Orchideen-Haus des botanischen Gartens in Zürich blühte und von Hooker den Namen Erythrotis Beddomei erhielt, um später von Clarke umgetauft zu werden in Cyanotis Kewensis. Diese Warmhauspflanze gleicht im vegetativen Zustande auffallend jenen immergrünen Tradescantien, welche in neuerer Zeit bei uns sehr häufig als Topf- und Ampelpflanzen in Zimmern kultivirt werden, hier aber in der Regel nicht zum Blühen kommen. Es ist mir indessen nicht bekannt, ob die Erythrotis ebenfalls in Wohnzimmern aushält, dagegen ist Thatsache, daß sie in Warmhäusern ohne besondere Pflege reichlich vegetirt und regelmäßig im November und Dezember auch Blüthen treibt. Dem Leser dürfte es nicht schwer fallen, entweder im Sommer die virginische Tradescantia oder im Winter die blühende Erythrotis Beddomei zu erhalten, um die eigenartige Plasma-Circulation, die wir im Nachfolgenden einläßlicher beschreiben, selbst zu beobachten.

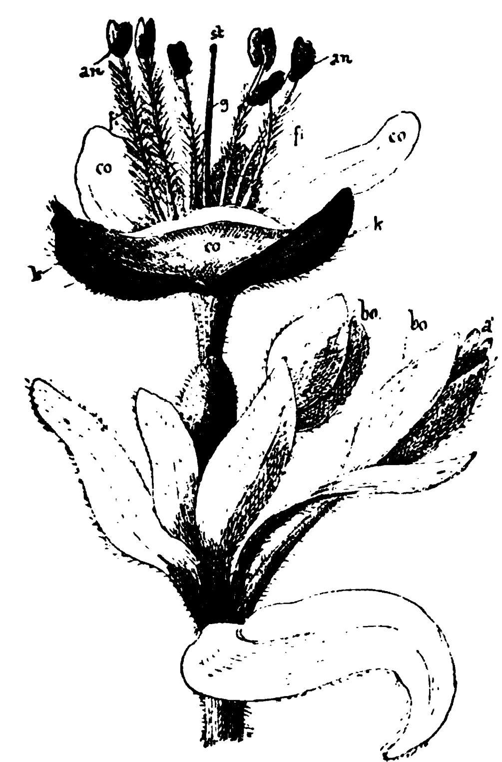


Fig. 120. Blüthenstand von Erythrotis Beddomei in vergrößertem Maßstabe nach der Natur gezeichnet.

Erythrotis Beddomei ist ein kleines krautartiges Gewächs, das vom englischen Colonel Beddome auf trockenen, nackten Felsen in Malabar, 3000—4000 Fuß über Meer gefunden wurde. Durch reife Samen kam die Pflanze in den botanischen Garten zu Kew (England), wo sie im December 1874 zum ersten Male blühte. Von hier aus gelangte sie auch in die Gewächshäuser des Züricher botanischen Gartens, wo sie üppig gedeiht und nun im Winter regelmäßig blüht. Sie ist mit reichlich beblätterten, kriechenden oder hängenden, sehr schlanken oberirdischen Stengeln versehen. Alle oberirdischen Theile sind orangeroth bis braunroth behaart, der Stengel ist von diesen Haaren an seiner ganzen Oberfläche zottig bekleidet, das Gleiche gilt von den Zweigen und Knospen des Blüthenstandes (Fig. 120). Die zweizeilig angeordneten Blätter sind stiellos und alterniren, sie sitzen mit herzförmigem Grunde am Stengel, den sie mit ihrem Scheidentheil vollständig umgeben. Auf der Oberseite sind die Blätter lebhaft grün, auf der Unterseite schillern sie purpurroth in Folge der carminrothen Fär-

bung des Zellsaftes der untern Blatt-Epidermis. Die Breite der Blätter variirt von $1^1/_2$ bis 2 Centimeter, die Länge von 3 bis $4^1/_2$ Centimeter.

Die 4—8 an kleineren Zweigen auf einander folgenden Blüthen sind kurz gestielt und bestehen aus folgenden Theilen:

1) Einem äußeren Perigonblattkreis, der kelchartig entwickelt ist und aus drei gleich großen, freien, in gleichen Abständen von einander entfernten Blättern besteht (k k Fig. 120), die grün gefärbt und von derber Consistenz sind. Auch diese Blätter erscheinen reichlich mit langen, orangegelben Haaren bekleidet.

2) Darauf folgt ein aus drei zarten, kronartig entwickelten, röthlich gefärbten Blättern bestehender Kreis innerer Perigonblätter (co co in Fig. 120), die ebenfalls alle gleich groß sind und, in gleichen Abständen von einander entfernt, mit den drei Kelchblättern alterniren. Die Kronblätter sind in der geöffneten Blüthe bedeutend größer, als die Kelchblätter.

3) Innerhalb der zwei vorgenannten Blattkreise, die zusammen die Blüthenhülle bilden, folgen zwei mit einander alternirende Staubblattkreise mit je drei, zusammen also mit 6 Staubblättern (fi fi Fig. 120).

4) Im Centrum der Blüthe findet sich ein dreiblätteriger, dreifächeriger Fruchtknoten, der in jedem Fach zwei Samenknospen enthält und von einem langen Griffel überkrönt ist, dessen oberes Ende die unscheinbare Narbe (st) trägt.

Von besonderem Interesse sind die sechs Staubblätter der Blüthe von Erythrotis Beddomei. In Fig. 121, I habe ich eines dieser Staubblätter bei etwa 10-facher Vergrößerung dargestellt. Der Filamenttheil fi ist dünn, fadenförmig, cylindrig, in der geöffneten Blüthe beinahe senkrecht und steif. Der mittlere Theil, ungefähr die Hälfte der ganzen Länge einnehmend, ist mit gegliederten, unverzweigten, kettenförmigen Haaren bekleidet (h h in I. Fig. 121), welche bei auffallendem Lichte cobaltblau erscheinen, in durchfallendem Lichte dagegen röthlich-violett schimmern. Es sind dies die für die nachstehende Beschreibung der Plasma-Circulation wichtigsten Theile der Blüthe und sie stimmen im Wesentlichen mit den Staubfadenhaaren der berühmten Tradescantia virginica auffallend überein.

Die Staubfadenhaare von Erythrotis Beddomei gleichen in entwicklungsgeschichtlicher wie in physiologischer Beziehung, in Form und Inhalt der Zellen, welche sie zusammensetzen, so sehr den Staubfadenhaaren von Tradescantia virginica, daß unsere Abbildungen in Fig. 121 und die nachstehende textuelle Erläuterung ohne Bedenken auch zur Demonstration der Erscheinungen benützt werden können, welche uns die Staubfadenhaare von Tradescantia darbieten.

Schon bei schwacher Vergrößerung zeigt das einzelne Staubfadenhaar von Tradescantia und von Erythrotis (Fig. 121 II) ein paternosterförmiges Aussehen: circa 50 tonnenförmige Zellen bilden je eine continuirliche Reihe, so zwar, daß die Zellen am untern Theil des Staubfadenhaares langgestreckt erscheinen, während die Zellen von der Mitte der Fadenlänge an nach Oben mehr und mehr an Länge abnehmen, wie dies aus II. Fig. 121 ersichtlich ist. Die oberste Zelle des Staubfadenhaares ist jeweilen die kürzeste und fast von kugelförmiger Gestalt.

Im ausgewachsenen Zustand erscheint die zarte Membran jeder der 40—50 tonnenförmigen Zellen an ihrer Oberfläche etwas längsgestreift, was namentlich bei den obersten, kürzesten Zellen störend auf die Durchforschung des Zellinhaltes und der Vorgänge im

Zellinnern einwirkt. Am günstigsten für die letzteren Untersuchungen gestalten sich die Verhältnisse bei den langgestreckten untern Zellen der Staubfadenhaare. Hier ist es möglich, schon bei 300-facher Vergrößerung ganz leicht die Anordnung der Zellinhalts-Bestandtheile und die Lebenserscheinungen der Plasmastränge zu erkennen. Selbst der Ungeübtere wird hier unschwer die wunderliche Circulation des Protoplasmas studieren können. Man hat einfach eines der Staubblätter aus der geöffneten Blüthe sorgfältig herauszuschneiden, die Anthere, welche bei der Beobachtung nur störend wirken kann, zu entfernen, das Filament sammt den vielen Staubfadenhaaren ohne weitere Präparation in einen Tropfen frischen Wassers zu bringen, mit zwei Nadeln die Haare, denen gerne Luft anhängen bleibt, etwas auseinander zu legen und über das Ganze ein Deckglas zu bringen.

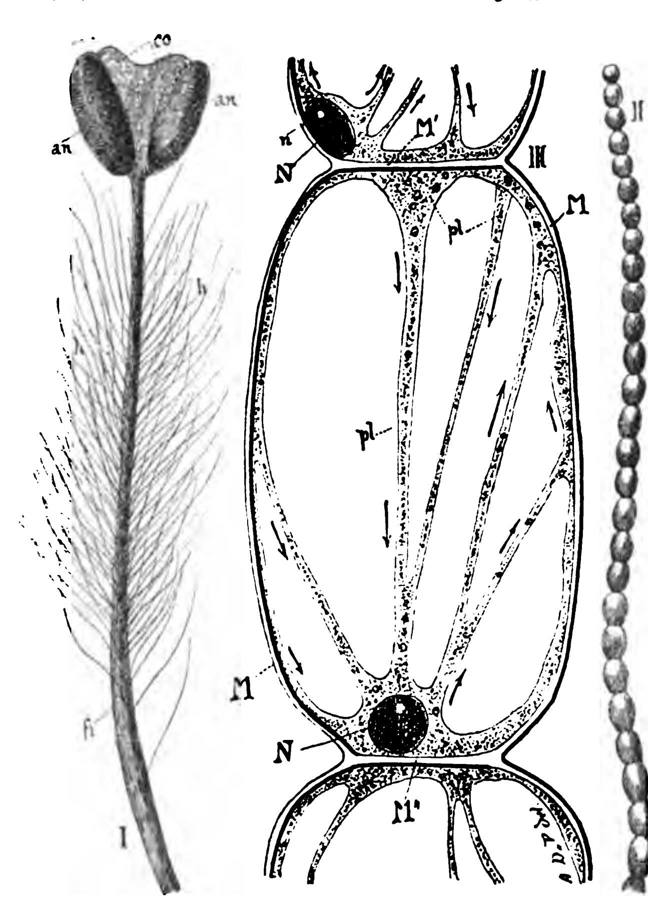


Fig. 121. Erythrotis Beddomei.

I. Ein einzelnes Staubblatt bei ca. 10-facher Vergrößerung. fi — Filament. h h — Die Staubfadenhaare. an an — Die Antherenfächer. co — Connectiv.

II. Oberer Theil eines einzelnen Staubfadenhaares bei ca. 50-facher Vergrößerung.

III. Eine einzige, ausgewachsene Zelle des unteren Theiles von einem Staubfadenhaar bei 300—400-facher Vergrößerung. Oben und unten noch die nächstgelegenen Fragmente der benachbarten Zellen. N N — Zellkern. n — Kernkörperchen. pl pl — Plasmastränge, die in der Richtung der Pfeile strömende Bewegung zeigen. M M — tonnenförmige Außenwand. M' M" — die ebenen Querwände. (Nach Dodel-Port, Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.)

Bringt man dieses Präparat bei einer Lufttemperatur von 15—30° Celsius unter das Mikroskop, so beobachtet man bei 300—500-facher Vergrößerung in kurzen Zügen Folgendes:

Die Zellen des untern Haartheiles sind tonnenförmig langgestreckt (Fig. 121 III), etwa zwei Mal so lang als dick. Der Raum jeder Zelle wird von einer oberen und einer unteren ebenen Wand und der gewölbten Seitenwand (Außenwand der Tonne) begrenzt. Für die ebenen Wandstücke, welche zwischen den auf einander folgenden Zellen des kettenförmigen Haares ausgespannt sind (M' M" Fig. 121) wollen wir kurzweg den Ausdruck „Querwände" gebrauchen. Die gewölbte Außenwand (M M in Fig. 121) ist an ihrer Oberfläche cuticularisirt und etwas rauh durch nach Außen vorspringende, kaum meßbare

Längsstreifen, die man am leichtesten in der Nähe der Einschnürung zwischen zwei Zellen wahrnimmt. Die Querwände (M' und M'') sind dagegen nicht cuticularisirt, durchaus glatt und wasserhell. Letztere Eigenschaft — absolute Durchsichtigkeit — kommt auch der Außenwand zu, so daß es ein Leichtes ist, durch die farblose Membran hindurch die Vorgänge im Innern der Zelle zu verfolgen.

Fast der ganze Hohlraum der tonnenförmigen ausgewachsenen Zelle ist von einer wässerigen Flüssigkeit, dem Zellsaft, erfüllt, welcher bei durchfallendem Lichte blaßviolett, bei auffallendem Lichte dagegen tief himmelblau gefärbt erscheint. Dieser Farbstoff ist im Zellsaft gelöst, also nicht etwa an geformte, feste Zelltheile gebunden.

Die ganze Innenseite der Zellmembran ist mit einer ungleich dicken Schichte körnigen, farblosen Protoplasmas ausgekleidet, in welcher Schichte stärkere und schwächere Stränge von ähnlichem Plasma (pl pl in III. Fig. 121) verlaufen, die fast ohne Ausnahme vom Zellkern ausgehen oder zu ihm zurücklaufen. In diesen Plasmasträngen hat Robert Brown 1833 zum ersten Mal jene strömende Bewegung beobachtet, die als Circulations-Erscheinung jetzt jedem Botaniker geläufig ist.

Der Zellkern (N in III Fig. 121) liegt in der ausgewachsenen Zelle meistens an irgend einer Stelle auf der Innenwand, häufig in einem Winkel der ebenen Quer- und der tonnenförmigen Längswand, wie dies in III. Fig. 121 dargestellt ist. Nicht selten treffen wir ihn aber auch an den verschiedensten Stellen der gekrümmten Längswand, wo er aber selten lange am gleichen Punkte verharrt, sondern fast fortwährend in langsamer (passiver) Wanderung begriffen ist. In einigen Fällen sah ich den Zellkern an Plasmasträngen aufgehängt, welche den Zellhohlraum durchsetzten, aber auch in diesen Fällen stets langsam seine Lage verändernd.

Wenn der Zellkern frei im Zellumen aufgehängt erscheint, so ist er von kugeliger Gestalt; rückt er dagegen auf die Zellwand hinaus, so nimmt er eine eiförmige, wohl gelegentlich auch linsenförmige Gestalt an. In allen Fällen ist der aus feingranulirtem Plasma bestehende, scharf umschriebene Zellkern von einer größeren oder kleineren Menge unregelmäßig vertheilten körnigen Protoplasmas bedeckt, in welches die hier zusammenlaufenden Plasmastränge einmünden, während andere Ströme hier ihren Ursprung nehmen und von da ausströmen in alle Theile der lebendigen Zelle, was wir durch die verschiedenen Pfeile in III. Fig. 121 angedeutet haben.

Die Plasmastränge bestehen aus einer homogenen, farblosen, durchsichtigen Grundsubstanz und aus darin eingebetteten, größeren und kleineren, bei durchfallendem Lichte meist dunkelgrau aussehenden Körnern, welche es uns möglich machen, die Circulationsbewegung wahrzunehmen. Nicht diese Körnchen selbst besitzen das Bewegungsvermögen, sondern das letztere ist eine Eigenschaft der homogenen Grundsubstanz des Plasmas, welche in fortwährender, bald langsamer, bald schneller Wanderung begriffen ist und die grauen Körner mit sich fortführt; letztere wandern als passive Körper in der zähflüssigen Hauptmasse der Plasmastränge.

Letztere sind, wie bereits oben bemerkt, ungleich dick und häufig verästelt. In der Mehrzahl der Fälle verlaufen sie in der Richtung des längsten Durchmessers der Zelle oder doch nur wenig von derselben abweichend, schief von Unten nach Oben und von hier wieder bald gerade, bald schief abwärts. Gestalt und Richtung der strömenden Plasmastränge verändern sich fast continuirlich. Die Hofmeister'sche Schilderung von der Circulation des Plasmas in den Staubfadenhaaren von Tradescantia virginica paßt mit

geringen Abweichungen auch auf die Vorgänge in den entsprechenden Organen von Erythrotis Beddomei: Vorhandene Plasmastränge werden an irgend einer Stelle dünner und reißen durch; die Stücke werden in den Wandbeleg oder in andere Stränge aufgenommen. Es treten neue Stränge aus dem Wandbelege oder neue Zweige aus schon vorhandenen Strängen hervor. Schwach divergirende Gabelungen eines Stranges verschmelzen auf weite Strecken, indem in ihnen die Masse des Protoplasmas sich beträchtlich anhäuft. Zwei stark convergirende oder parallel neben einander laufende Stränge gleicher oder entgegengesetzter Stromrichtung nähern sich mehr und mehr und verschmelzen endlich zu einem einzigen Strange. Die größte Anhäufung des beweglichen Protoplasmas befindet sich in der Regel um den Zellkern herum. Manche Stränge sind breit, bandartig und in solchen Fällen werden häufig zwei einander entgegengesetzte Richtungen der fließenden Bewegung unterschieden. Bisweilen erscheint eine mittlere Strömung von zwei parallelen, ihr entgegengesetzten Randströmungen eingefaßt. In einzelnen Fällen kommen zwei entgegengesetzte Stromrichtungen an äußerst dünnen, kaum meßbar dicken Plasmasträngen vor. Größere, massigere Körner rücken in den Strängen langsamer, kleinere dagegen rascher vor.

Die Geschwindigkeit und Richtung der Strombewegung wechselt ebensowohl, wie die Gestalt und Anastomosenbildung der einzelnen Stränge. Ein rasch fließender Strom verlangsamt nach einiger Zeit seine Bewegung, bis die letztere für einige Augenblicke ganz aufhört; dann tritt häufig eine Strömung in umgekehrter Richtung ein. Die neue Stromrichtung beginnt langsam, wird aber rasch beschleunigt.

Bei genauerer und lange andauernder Beobachtung ergibt sich, daß nicht nur jene sichtbaren Stränge, sondern auch das homogene Wandplasma fortwährend in innerer Bewegung ist. So lange die Zelle lebt, so lange kommt das gesammte Plasma in ihrem Innern — der Zellkern mit inbegriffen — nicht zur Ruhe.

So instructiv die Beobachtung der Vorgänge in der Einzelzelle bei der Anwendung genügend starker Vergrößerung sich gestaltet, so wunderlich erscheinen die Vorgänge im kettenförmig zusammenhängenden Ganzen des aus 40—50 Zellen bestehenden Staubfadenhaares. Da scheint dann das gesammte sichtbare Plasma in der Zellenkette eine einzige Reihe von wandelbaren Cirkulations-Centren darzustellen.

Diese Circulationsbewegungen des Plasmas gehen nichts destoweniger in jeder Zelle für sich selbständig vor sich und hängen keinesfalls von den Bewegungen in benachbarten Zellen ab. Nicht selten trifft man eine einzige lebende Zelle zwischen verletzten und todten Zellen liegend, ohne daß die Vorgänge in ihr von der traurigen Nachbarschaft beeinflußt würden. Jede Zelle stellt eben augenscheinlich einen für sich abgeschlossenen Elementar-Organismus dar, der mehr oder weniger von den benachbarten Zellen unabhängig ist und durchaus sein eigenes Leben besitzt.

Aehnliche Anordnung und Circulations-Erscheinungen des Protoplasmas hat man in zahlreichen andern Pflanzen-Organen beobachtet, so z. B. in manchen großen Haarzellen, wie in den Haaren der Kürbispflanze (Cucurbita Pepo), in den Haaren der Brennnessel (Urtica), in den Griffelhaaren mancher Glockenblumen (Campanula-Arten), auch in schlauchförmigen Zellen mancher Fadenpilze; dann aber auch in großen Zellen saftiger Gewebe, wie z. B. in den Parenchymzellen mancher Blüthengriffel, in Narbenpapillen u. dergl. Als letztes Beispiel dieser Art möge noch ein recht naheliegendes Objekt erwähnt werden:

5. Circulation des Protoplasmas in den Epidermiszellen der dickfleischigen Schalen unserer Küchenzwiebel (Allium Cepa L.).

Ich habe gelegentlich eines mikroskopischen Curses mit Studirenden der Hochschule Zürich diese Circulation in den Epidermiszellen der fleischigen Zwiebelschalen im November 1881 zum ersten Male beobachtet und mit Hülfe des Prismas ein möglichst genaues Bild davon entworfen, welches der Leser hier in Fig. 122 vor sich sieht.

Es genügt, von einer mittelgroßen, gesunden Küchenzwiebel eine der inneren Schalen herauszuheben und mit Hülfe eines Taschenmessers oder einer Lanzettnadel ein kleines Stück des „Oberhäutchens", der Epidermis, von der frischen, saftigen Schale abzuziehen, dasselbe in einem Tropfen Wasser unter das Mikroskop zu legen (selbstverständlich vom Deckglas bedeckt), um die netzartige Anordnung verschieden dicker Plasmastränge im Innern der einzelnen Epidermiszellen sehen zu können.

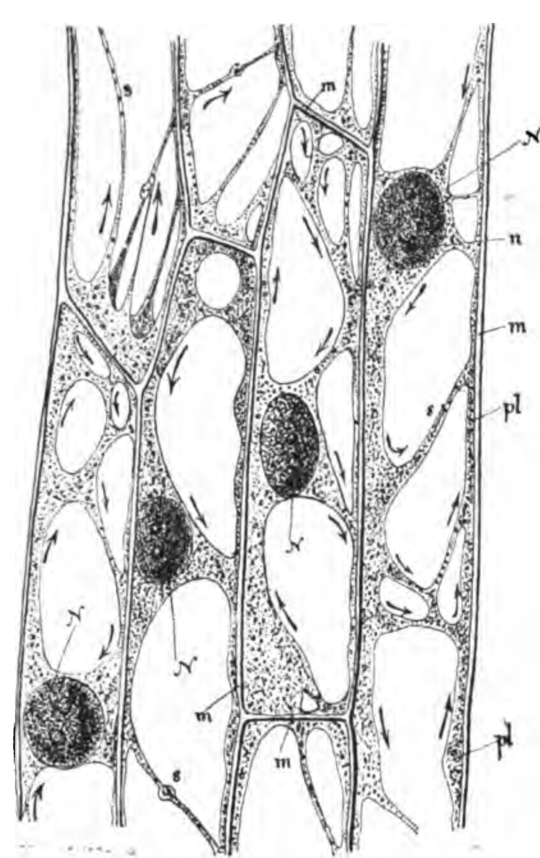


Fig. 122. Fragment der Epidermis von einer Zwiebelschale (Allium Cepa) mit circulirendem Protoplasma. mm — Membranen. pl pl — Wandplasma. s s — Dünne Plasmastränge. N N — Zellkern, je mit 2 Kernkörperchen n n. (Nach der Natur gezeichnet. Vergr. 516.)

Der große Zellkern (N N Fig. 122) besitzt zwei excentrische Kernkörperchen n n und ist in der Regel wandständig, aber auch hier fortwährend in langsamer Ortsbewegung begriffen. Im übrigen wandständigen Protoplasma pl pl bemerkt man breitere und schmälere Stränge von trägfließendem körnigem Plasma (s s), welche ein stets wechselndes Netz von communicirenden Strömen bilden. Wie bei Tradescantia und Erythrotis sind es auch hier kleinere und größere Körnchen, die in der homogenen Grundmasse des wandernden Plasmas liegend, passiv mit fortgeschleppt werden: die kleineren Körnchen in der Regel mit größerer Geschwindigkeit, als größere Körner, die gelegentlich dünne Plasmaströme zu Knotenbildungen und Stauungen veranlassen können. Auch hier schlagen die Ströme meist Richtungen ein, die annähernd im Sinne des Längsdurchmessers der langgestreckten Zellen verlaufen; doch gibt es auch dünnere Stränge und selbst breite, bandartige Ströme, namentlich in der Nähe des Zellkernes, die quer durch die schmale Zelle wandern; andere Ströme dringen schief durch den Zellraum, um eine gegenüberliegende Wand zu gewinnen.

Schmale und breite Ströme vereinigen sich unter den sonderbarsten Configurationen, oft breite Flächen einer Wand fast ganz bedeckend, oder nur inselartige Reste verschonend.

Da bei diesem Objekt die Bewegung nicht eine so rasche, wie in den Staubfadenhaaren der oben besprochenen Commelineen, so eignen sie sich ganz wohl zum Studium der Circulations-Mechanik und ich meine, daß die Küchenzwiebel aus diesem Grunde und weil sie ja zu allen Jahreszeiten frisch und lebendig zu erhalten ist, alle Eigenschaften besitzt, um ein vortreffliches Demonstrationsobjekt beim botanischen Unterricht abzugeben.

Auch hier läßt sich leicht zeigen, daß jede einzelne Zelle ihr eigenes Leben führt.

Schluß.

Wir sind am Ende unseres Excurses in das Reich der pflanzlichen Erscheinungen.

Von den großen, beblätterten Stengelpflanzen, welche die für den Laien auffälligsten Bewegungen ausführen, sind wir allmälig abwärts gestiegen zu den mikroskopisch kleinen Organismen an der unteren Grenze des Pflanzenreiches, wo uns die sichtbaren Lebenserscheinungen nicht mehr gestatten, die Frage „ob Thier oder Pflanze?" in jedem einzelnen Fall sofort zu entscheiden.

Wir haben zuletzt den einzelnen Elementar-Organismus, die Zelle, aus der sich alle höheren Gewächse aufbauen, einem Blick ins Innere unterworfen, und sind dabei zu der Einsicht gelangt, daß das Leben der ganzen Pflanze nichts Anderes darstellt als die Summe von Bewegungs-Erscheinungen des lebendigen Protoplasmas, das ja keiner wachsenden und sich vermehrenden Pflanzenzelle abgeht.

Im Protoplasma der mikroskopisch kleinen Zelle liegt das Geheimniß unseres Daseins.

Und da dieser Urbildner — ein Gemenge von stickstoffhaltigen, eiweißähnlichen Verbindungen meist zähflüssiger, teigartiger Consistenz — in der isolirt lebenden Pflanzenzelle dieselben Lebensäußerungen zeigt, wie in der Thierzelle; da das pflanzliche Protoplasma ebenso empfindlich ist, wie das thierische — so haben wir kein Recht und keine Ursache mehr, zwischen beiden lebenden Naturreichen, zwischen der Thierwelt einerseits und der Pflanzenwelt anderseits, einen tief klaffenden Abgrund, eine scharf trennende Grenze zu sehen. In Wirklichkeit liegen die unteren Grenzen beider Reiche unfaßbar und unergründlich im neutralen Staat der Protisten, d. i. jener primitivsten Lebewesen, mit denen das Leben auf unserem Planeten begonnen hat und deren niedrigste Formen heute noch kaum den Namen einer Zelle verdienen, weil sie nichts Anderes sind, als nackte Klümpchen von Protoplasma, wie wir letzteres in der einzelnen Zelle des höchstorganisirten Thieres und der höchstorganisirten Pflanze beobachten.

Mit einem solchen Plasmaklümpchen beginnt auch die Existenz der vollkommensten aller lebenden Creaturen.

Wir Menschen treten als Protisten ins Dasein und entwickeln uns darüber hinaus zu jener Höhe, von welcher wir ehedem so stolz und mit Verachtung auf alles Niedrigere herunterzublicken gewohnt waren. Und doch sind wir im Wesentlichen gleichen Ursprunges, wie jene, die *unter* uns stehen.

Ob die Blume auf sonniger Berghalde auch so stolz ist, wie wir lustwandelnden Menschenkinder?

Fast scheint es so; denn sie prangt in Farbenpracht und leuchtet in glühenden Lichtpunkten heraus aus dem niedrigen Einerlei des sie umgebenden Grünes.

Und sie duftet gar! —

Aber wir haben gesehen, daß sie um ihres Lebens willen in Farben glüht und daß sie um ihrer Liebe willen duftet — sie ist nicht stolz, aber auf ihr Dasein und ihre Fortdauer durch die Zeiten bedacht.

Gleichwie Pflanze und Thier gleichartigen Anfang nehmen — so verfallen sie auch demselben Schicksal.

Beide sterben als Individuen, in ihren Resten demselben Geschicke unterliegend. Ueber den Leichen Beider triumphiren dieselben Gestalten: Verwesungs- und Fäulnißpilze der zierlichsten Formen, die hier nun ihre Behausung aufschlagen und sich anscheinend ins Unendliche vermehren. Dasselbe Plasma, aus welchem sich der herrliche Leib aufgebaut hat — es dient nach dem Zerfall des letzteren als Substrat für Myriaden anderer Organismen, die sich des Stofflichen bemeistern, auf daß kein Atom verloren gehe im Wechsel der vielgestaltigen Erscheinungen.

Ja, ein Wechsel der Erscheinung bei aller Einheit des Stoffes — das ist des Lebens Inbegriff. Nur die Form ist das Vergängliche; das Bleibende — das ist die mit den Atomen verbundene Kraft.

Die Pflanzenwelt hat es in ihren Formen zur vollendeten Schönheit gebracht, denn die Blume ist mit ihren süßen Geheimnissen ein Gedicht, schöner als das Hohelied.

Das Reich der beseelten Wesen ist im Menschen ebenfalls zur Formvollendung und über die Dichtung hinaus zur **Wahrheit** gelangt, diese aber ist tröstende Naturerkenntniß, welche der Nectar sein soll, über welchem wir die Herbheit des Daseins auf Augenblicke vergessen können.

